

Influencia de las hormonas en la voz operística.



40 años de experiencia.

TESIS DOCTORAL

PEDRO CLARÓS BLANCH

2019

**Facultad de Educación y Salud
Escuela Internacional de Doctorado
Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud:
Equipo de Investigación en Neurociencia Básica y Aplicada.**

Influencia de las hormonas en la voz operística.



40 años de experiencia.

**Pedro Clarós Blanch
2019**



Madrid

Facultad de Educación y Salud

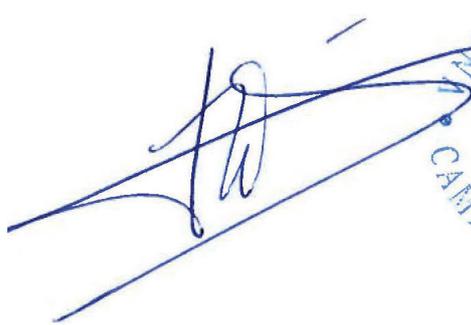
**Influencia de las hormonas en
la voz operística.
40 años de experiencia.**

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud
Equipo de Investigación en Neurociencia Básica y Aplicada.

Influencia de las hormonas en la voz operística.
40 años de experiencia.

**Memoria presentada por Pedro Clarós Blanch para optar
al título de Doctor por la Universidad Camilo José Cela**

Director y Tutor:



Dr. Francisco López Muñoz

Doctorando:



Pedro Clarós Blanch

7 de noviembre de 2018

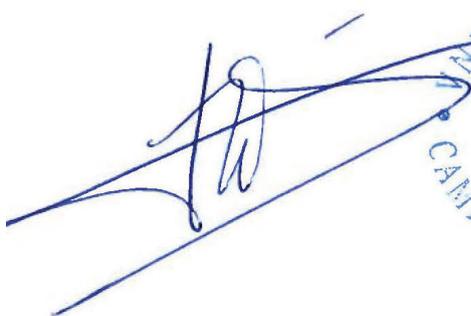
AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES DE TESIS

D. Francisco López Muñoz, DOCTOR EN MEDICINA Y CIRUGÍA Y PROFESOR TITULAR DE FARMACOLOGÍA DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN Y SALUD DE LA UNIVERSIDAD CAMILO JOSÉ CELA,

CERTIFICA

Que D. Pedro Clarós Blanch, licenciado en Medicina y Cirugía por la Universidad de Barcelona, ha realizado bajo mi dirección el trabajo de investigación titulado "INFLUENCIA DE LAS HORMONAS EN LA VOZ OPERÍSTICA: 40 AÑOS DE EXPERIENCIA". Considero que se trata de un trabajo bien elaborado, de actualidad, que reúne todas las condiciones necesarias y de calidad suficiente, y autorizo a ser defendido en lectura pública como TESIS DOCTORAL.

En Madrid, a 7 de Noviembre de 2018.



Dr. D. Francisco López Muñoz

A mis padres, a los que no olvidaré nunca.

A mi esposa, a mis hijos y nietos.

Agradecimientos

- A mi familia que me ha permitido, animado y ayudado a presentar esta tesis doctoral para acceder al grado de Doctor en Ciencias de la Salud por la Universidad Camilo José Cela.
- A mi querido padre, que hace 45 años me estimuló a obtener el grado de Doctor en Medicina y Cirugía, años más tarde conseguir el Doctorado en Farmacia y que hoy estaría muy contento en saber que aspiro a un tercer Doctorado en Ciencias de la Salud.
- A mi hermano Andrés, que me ha permitido dedicarme todo el tiempo que he necesitado a realizar esta tercera tesis doctoral.
- A los múltiples cantantes de ópera que han sido y son mis pacientes y ahora buenos amigos, por sus lecciones, enseñanzas y confianza en mi actitud profesional y su soporte a lo largo de estos 40 años.
- Al Gran Teatro del Liceo de Barcelona, por su confianza y permitirme ser y seguir siendo su médico consultor durante muchos años.
- A los componentes de Clínica Clarós, especialmente a los médicos residentes extranjeros becados en formación, a mi secretaria Luisa y a Ernesto, nuestro informático, que han colaborado en la preparación del material clínico necesario para la elaboración de esta tesis.
- A todo el equipo del departamento de logopedia y foniatría de Clínica Clarós, en especial a las licenciadas Sras. María del Carmen Pujol y Astrid Clarós.
- A las Dras. Montserrat Agut, María Àngels Calvo y Ana Carmona, por sus indicaciones y observaciones en la corrección de esta tesis.
- Al Dr. Francisco López Muñoz, director de esta tesis, por estar siempre disponible para resolver cualquier duda y ayudarme a encontrar soluciones a los problemas que han ido surgiendo a lo largo de este trabajo y, sobre todo, por su paciencia.

“Las ideas no duran mucho. Hay que hacer algo con ellas.”

(Don Santiago Ramón y Cajal)

Índice analítico

Tablas de abreviaturas	VII
Índices de figuras y tablas	VIII
Sobre la estructura de la tesis doctoral justificación del tema escogido	XIII
Resumen	XV
Abstract	XVI

1. Introducción	1
1.1. El origen de la voz en el hombre:	
¿Desde cuándo, cómo y por qué el hombre habla?	2
1.1.1 Origen de la voz	2
1.1.2 Origen y evolución del canto	9
1.1.3 Interés por el cuidado de la voz	10
1.1.4 El Renacimiento: el desarrollo de la anatomía y la importancia de los Papas	13
1.1.5 Leonardo da Vinci y sus experimentos sobre la voz	16
1.1.6 La anatomía de la laringe	17
1.1.7 Aportación del microscopio	21
1.1.8 Nuevas aportaciones	22
1.1.9 El examen de la laringe	30
1.1.10 Inicio de la logopedia	34
1.1.11 La llegada del endoscopio	35
1.1.12 La fonocirugía	37
1.1.13 Las teorías de la producción de la voz	37
1.2. La respiración en la fonación	38
1.2.1 La vibración de las cuerdas vocales	38
1.2.2 Los resonadores que intervienen en la voz	41
1.2.3 La actividad nerviosa en la emisión del sonido y su regulación	43
1.2.4 La inervación vegetativa de la laringe	49

1.2.5	El control auditivo de la voz	50
1.2.6	La función de las glándulas de secreción interna	50
1.3.	La voz y la ópera. Aspectos médico-artísticos	53
1.3.1	La voz profesional	53
1.3.2	El tracto vocal	53
1.3.3	La laringe como instrumento musical	54
1.3.4	Funcionamiento de las cuerdas vocales	55
1.3.5	Condiciones indispensables de las cuerdas vocales	56
1.3.6	El tono fundamental hablado y cantado	56
1.3.7	Los armónicos y los formantes	57
1.3.8	La impostación de la voz	59
1.3.9	Características de la voz humana	60
1.3.10	Voces femeninas según su tesitura	63
1.3.11	Voces masculinas según su tesitura	64
1.3.12	Voces según su sonoridad	65
1.3.13	La prosodia	67
1.4.	Fisiopatología de la voz profesional	71
1.4.1	Patología de la voz profesional	71
1.4.2	Fármacos y voz profesional	72
1.4.3	Tabaco y voz	73
1.4.4	Lesiones vocales más frecuentes de los cantantes	74
1.4.5	Comentarios	78
1.5.	El arte de la voz cantada	79
1.5.1	Condiciones para un cantante de ópera	80
1.5.2	La entonación	81
1.5.3	Vibrato. El sostén del sonido	82
1.5.4	Clasificación de una voz	83
1.5.5	Los registros en la voz	86
1.5.6	El apoyo de la voz	88
1.5.7	Aprender a cantar	89
1.5.8	Los pasos de registro	91
1.5.9	Los cuidados médicos del cantante	91

1.6.	Técnicas de exploración de la voz y sus aplicaciones	94
1.6.1	Análisis subjetivo: Escala GRABS	94
1.6.2	Análisis acústico del sonido	95
1.6.3	Análisis aerodinámico vocal	96
1.6.4	Videoestroboscopia	99
1.6.5	Medidas electrofisiológicas	99
1.7.	Hormonas y voz cantada	102
1.7.1	El papel de las hormonas	103
1.7.2	¿Qué ocurre en la laringe durante la pubertad?	106
1.7.3	Vínculos entre la endocrinología y la voz	107
1.7.4	El síndrome vocal premenstrual (SVPM)	108
1.7.5	Efectos de los anticonceptivos en la voz cantada femenina	111
1.7.6	El embarazo y la cantante de ópera	114
1.7.7	La voz cantada y la menopausia	116
1.7.8	Efectos de la terapia con testosterona en la voz femenina	120
1.7.9	Voz masculina y hormonas	121
1.7.10	Consideraciones	121
1.8.	Trastornos psicogénicos de la voz de los cantantes de ópera, según revisión de la literatura y las experiencias personales.	125
1.8.1	Diferentes presentaciones clínicas de los trastornos psicológicos de la voz (PVD)	126
1.8.2	Rasgos psicológicos más frecuentes.	128
1.8.3	¿Con qué frecuencia se presenta la PVD en los cantantes?	131
1.8.4	Experiencia personal con cantantes de ópera y PVD	132
1.8.5	Consideraciones	133

2. Hipótesis y Objetivos	135
2.1 Hipótesis	135
2.2 Objetivos	137
3. Material y métodos	139
3.1 Revisión sistemática	140
3.1.1 Estrategia de búsqueda	141
3.1.2 Selección de estudios	141
3.1.3 Evaluación de calidad	141
3.2 Encuesta	142
3.3 Metodología de los estudios	142
3.4 Análisis estadístico	143
4. Resultados	145
4.1 Artículo 1. La muda de la voz y sus cambios laríngeos en la adolescencia	149
4.2 Artículo 2. Las alteraciones de la voz en los niños cantores en un coro	169
4.3 Artículo 3. Medidas antropológicas de las cuerdas vocales en las cantantes de ópera	203
4.4 Artículo 4. Hallazgos casuales en las cuerdas vocales de los cantantes, sin repercusión funcional	223
4.5 Artículo 5. Asimetría de los cartílagos aritenoides en los cantantes de ópera y su repercusión en la voz cantada	235
4.6 Artículo 6. Los efectos de las hormonas sexuales sobre la voz de los cantantes	247
4.7 Artículo 7. Estudio de los efectos del embarazo sobre la voz operística	259
4.8 Artículo 8. Estudio de los efectos de la menopausia en la voz operística	273
4.9 Artículo 9. Consideraciones sobre el Do de pecho	285
4.10 Artículo 10. Fatiga vocal en los cantantes profesionales de ópera	293

4.11	Artículo 11. Repercusión de los fármacos en la voz de los cantantes profesionales de ópera	313
4.12	Artículo 12. Influencia de la amigdalectomía en la voz de los profesionales de la ópera	331
4.13	Artículo 13. Efectos del envejecimiento de la voz en los profesionales de la ópera. Estudio preliminar	343
4.14	Artículo 14. Alteraciones de la voz de los cantantes profesionales de ópera según el tipo de tesitura	357
5.	Discusión	375
5.1	Limitaciones de la investigación	387
5.2	Desarrollo de futuro	388
6.	Conclusiones	389
7.	Bibliografía general	393
8.	Anexos	405
8.1	Anexo 1. Cuestionario de evaluación. Artículo 11	405
8.2	Anexo 2. Cuestionario de evaluación. Artículo 12	408
8.3	Publicaciones	411

Tabla de abreviaturas

a.C: Antes de Cristo

ACOs: Anticonceptivos orales

ADN: Acido desoxirribonucleico

ADSD: Psychogenic adductor spasmodic dysphonia

Aine: Anti-inflamatorios no esteroideos

ASHA: American Speech and Hearing Association

BDI: Beck Depression Inventory

Ca²⁺: Ión calcio

Ctp: Umbral de presión de colisión

d.C: Después de Cristo

dBs: Decibelios

Do: Nota musical

ENT: Otorrinolaringología

(F0): Frecuencia o tono fundamental del habla

FOXP2: Forkhead box P2. Gen del lenguaje o del habla

FDA: Food and Drugs Administration

FIV: Índice de incapacidad vocal

FSH: Hormona estimulante folicular

Gnrh: Gonadotrofinas

GRBAS: Dysphonia grade, roughness, breathiness, asthenia, and strain

H₁: Primer armónico

HAM-A: Hamilton Anxiety measurement

H₂O: Hidróxido de hidrógeno. Agua

Hz: Hertzio (Ciclo por segundo)

K⁺: Ión potasio

La Bemol: Nota musical

LH: Hormona luteinizante

Mi: Nota musical

mm/s: milímetros por segundo

Mm: milímetros

MTVD: Muscle tension voice disorder

OCP: Combine oral contraceptive pill
PTP: Umbral de fonación
PVD: Psychogenic voice disorder
RM: Resonancia magnética
SFF: Frecuencia fundamental del habla.
Si Bemol: Nota musical
SPM: Síndrome premenstrual
SVPM: Síndrome vocal premenstrual
TC: Tomografía computarizada
TDE: Trastorno disfónico espástico
TRH: Hormona liberadora de tirotrópina
VFL: Vocal folds length
VHI: Voice Handicap Index.
VSL: Videoestroboscopia

Índices de figuras y tablas

Fig.1. Evolución del hombre. <http://www.areaciencias.com/TUTORIALES/evolucion%20del%20hombre.htm>

Fig.2. Proteína de la expresión del gen FOXP2 y Mapa de las áreas cerebrales del lenguaje. <http://todossomosuno.com.mx/portal/index.php/author/admin/page/803>

Fig.3. Gen FOXP2 en las aves cantoras. <http://todossomosuno.com.mx/portal/index.php/author/admin/page/803/>

Fig.4. Diferencias en la posición de la laringe del hombre y el chimpancé. <https://eltamiz.com/elcedazo/2015/12/19/biografia-de-lo-humano-03-el-cuerpo-primate-se-moldea-ii/>

Fig.5. Tono fundamental y los armónicos. La voz y la ópera. Clarós P, RANM 2018.

Fig.6. Papiro Edwin Smith. Partes VI y VII. 1500 a.C. <https://www.labrujulaverde.com/2016/12/papiro-edwin-smith-el-primer-tratado-de-cirugia-de-la-historia>

Fig.7. Galeno, médico y filósofo griego de Pérgamo, actual Turquía. <https://en.wikipedia.org/wiki/Galen>

Fig.8. Sala de anatomía de Universidad de Bologna. (1637). <https://www.diariodelviajero.com/europa/el-teatro-anatomico-y-el-aula-magna-en-el-archiginnasio-de-bolonia>

- Fig.9. Sala de disección. Real Acadèmia de Medicina de Catalunya 1762.
- Fig.10. Dibujo de Leonardo da Vinci de laringe, tráquea y pulmones (1490).
<https://www.pinterest.com.mx/pin/553098397962390230/>
- Fig.11. Frontispicio de la obra de Vesalio: “*De Humani Corporis fabrica libri septem*” del 1543. <https://www.abebooks.com/first-edition/humani-corporis-fabrica-libri-septem-VESALIUS/9356215584/bd>
- Fig.12. Ambroise Paré. Su aforismo preferido era: “Yo los cuido y Dios los cura”
https://es.wikipedia.org/wiki/Ambroise_Par%C3%A9
- Fig.13. Tratado de Girolamo F. d’Aquapendente de 1659.
<http://exhibits.hsl.virginia.edu/treasures/fabricius-ab-aquapendente-ca-1533-1619/>.<https://www.gettyimages.ca/detail/illustration/anatomy-of-head-by-hieronymus-fabricius-ab-aquapendente-stock-graphic/102076023>
- Fig.14. Descripción por d’Aquapendente de los cartílagos de la laringe.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12565-016-0326-1>
- Fig.15. Reproducción del microscopio de Zacharias Janssen. <https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-de-los-instrumentos-de-observacion-de-celulas-y-moleculas-41939d6c-e4ea-4d8d-b992-aef84b37d386>
- Fig.16. Invención del microscopio óptico (1610). <http://labsegundob.blogspot.com/>.
<https://es.slideshare.net/chavez1952/microscopia-uv2010>
- Fig.17. *Traité d’harmonie universelle* (1627), de Martin Mersenne. García Tapia, R. Diagnóstico y tratamiento de los trastornos de la voz. Omega tecnobio. Editorial Garsi SA.1996:225–230
- Fig.18. *Mémoire sur les causes de la voix de l’homme et de ses différents tons*, de Denis Dodart 1703. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k98115373.texteImage>.
- Fig.19. Descripción del ventrículo de Morgagni en la laringe del ser humano.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2444382418301330>
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12565-016-0373-7>
- Fig.20. Antoine Ferrein (1693-1769), profesor de Medicina del Collage de Francia. Ferrein A. 1754, Mémoire de l’Académie royale des Sciences, séance du 15 novembre 1741, París
- Fig.21. Tratados de anatomía de Bichat. <https://pt.Slideshare.net/fcrosman/rosman-fc-a-histologiaiclssicasua-histriaos-primrdios-edrev> 2014

- Fig.22. Soporte«*Compresorium*» Müller para la experimentación laríngea. Sperati G. Philipp Bozzini e il “Lichtleiter”. Acta ORL Ital. 2002; 22:42-464
- Fig.23. El Lichtleiter y el tratado de Bozzini 1807. T Sperati G. Philipp Bozzini e il “Lichtleiter”. Acta ORL Ital. 2002; 22:42-46
- Fig.24. Espejillos de García. García Tapia, R. Diagnóstico y tratamiento de los trastornos de la voz. Omega teecnobio. Editorial Garsi SA.1996:225–230.
- Fig.25. Sistema óptico con fuente de luz (espejo reflector óptico) inventado por Albrecht von Graefe y el espejo de Manuel García sostenido por el paciente. Sperati G. Philipp Bozzini e il “Lichtleiter”. Acta ORL Ital. 2002; 22:42-46.
- Fig.26. Johann Czermak (1828-1873) Se le atribuye haber diagnosticado un cáncer de la laringe utilizando el espejillo de Manuel García. Sperati G. Philipp Bozzini e il “Lichtleiter”. Acta ORL Ital. 2002; 22:42-46
- Fig.27. Endoscopios de Nitze y fotografía del autor.
<https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-de-la-cirugia-endoscopia>.
- Fig.28. Salpingoscopio eléctrico Wolf con bombilla de ignición. Propiedad de Clínica Clarós.
- Fig.29. El tracto vocal. Clarós P. "La veu i l' òpera. Visió del metge ORL". Revista de la Reial Acadèmia de Medicina de Catalunya. Abril-Junio 2015; 30 (2):47-51
- Fig.30. La laringe como instrumento. Clarós P. "La veu i l' òpera". Discurso de ingreso en la Reial Acadèmia de Medicina de Catalunya. Abril-Junio 2015; 30 (2):47-51
- Fig.31. Imagen de las cuerdas vocales abiertas. Material Clínica Clarós.
- Fig.32. Imagen de las cuerdas vocales cerradas. Material Clínica Clarós.
- Fig.33. Los armónicos. Clarós P. "La veu i l' òpera. Visió del metge ORL". Revista de la Reial Acadèmia de Medicina de Catalunya. Abril-Junio 2015; 30 (2):47-51
- Fig.34. Con las laringes de los cantantes ocurre como con las manos de los pintores. De su simple observación no se puede deducir la capacidad artística sino simplemente el grado de normalidad (Escultura propiedad de Clínica Clarós).
- Fig.35. Voces, según su sonoridad. Clarós P. "La veu i l' òpera. Visió del metge ORL". Revista de la Reial Acadèmia de Medicina de Catalunya. Abril-Junio 2015; 30 (2):47-51
- Fig.36. Enrico Caruso. [https:// es.wikipedia.org/wiki/Enrico_Caruso](https://es.wikipedia.org/wiki/Enrico_Caruso)
- Fig.37. Ettore Bastianini. <https://www.gardapost.it/2017/09/13/sirmione-omaggia-il-barito-no-ettore-bastianini/>

Fig.38. Imagen de hematoma de cuerda vocal (Propiedad de Clínica Clarós)

Fig.39. Imagen de nódulos laringeos (Propiedad de Clínica Clarós)

Fig.40. Imagen de pólipo laringeo (Propiedad de Clínica Clarós)

Tabla I. Valoración del Impact Factor y cuartil de los artículos publicados

Tabla II. Valoración del Impact Factor y cuartil de los artículos publicados (cont.)

Sobre la estructura de esta tesis doctoral y justificación del tema escogido.

El autor tiene interés personal en plasmar en esta tesis doctoral las características y los problemas que representa la voz operística en la población mundial, ya que se ha dedicado a este tema por más de 40 años, aportando características y resultados inéditos.

La experiencia del doctorando se basa en las exploraciones, el tratamiento médico y/o quirúrgico de las mejores voces operísticas internacionales que ha tenido ocasión de tratar profesionalmente.

La voz es el instrumento principal para los aficionados, simpatizantes, amantes o profesionales dedicados a la voz cantada, pero este colectivo de cantantes de ópera necesita conocer las posibles alteraciones que pueden sufrir sus voces a lo largo de su vida.

Es fundamental poder informar a los cantantes del riesgo que pueden sufrir durante sus actividades durante su vida, ya sea por agentes externos o simplemente por las variaciones fisiológicas, destacando la influencia hormonal, que se producen en su cuerpo a lo largo de su vida.

La tesis se ha basado en el compendio de las publicaciones en revistas profesionales de la especialidad en los que se han tratado los temas más importantes de la influencia de las hormonas en la voz cantada.

En el apartado de la introducción se han incluido algunos resultados propios para no sobrecargar el capítulo de resultados mediante los artículos publicados.

Resumen

Introducción

En la voz de los cantantes de ópera hay muchas incógnitas que, tras nuestra experiencia de muchos años de tratar las mejores voces operísticas nos han enseñado a descifrarlas y poder exponer en esta tesis doctoral. Nuestra práctica diaria por más de 40 años nos ha dado las bases para desarrollar este estudio.

Objetivos

El propósito general de esta investigación es poner de manifiesto los problemas sobre la voz operística que se presentan durante toda la vida profesional de aquellos que practican esta arriesgada profesión que es el canto lírico. En las diferentes partes que componen la tesis doctoral se investigan los efectos e influencias de las hormonas sexuales sobre la voz operística, los efectos del paso del tiempo, el envejecimiento de su voz, la acción de los fármacos, el cansancio o fatiga vocal, la muda de la voz, la voz de los niños de los coros infantiles, la acción de las operaciones quirúrgicas sobre la faringe y otros que veremos a lo largo de esta tesis doctoral.

Para su realización, se han realizado valoraciones de la laringe, así como evaluación foniatría de la voz en las diferentes situaciones hormonales y de desarrollo corporal. Hemos querido conocer las diferentes medidas de las cuerdas vocales de los cantantes en las variadas tesituras y de qué modo se comportan frente a las patologías más frecuentes que suelen sufrir en su práctica profesional.

Resultados

Se pone en evidencia que la voz de los cantantes de ópera es muy sensible a los cambios de las hormonas sexuales, así como de los diferentes factores que se presentan en el envejecimiento vocal, modificando sus características. Se han estudiado los efectos secundarios de algunos fármacos y sobretodo de la asociación de algunos de ellos. Sin embargo, los efectos de la amigdalectomía en las voces de los cantantes profesionales, si se realiza con buena técnica, no modifican sus características.

Palabras clave: Voz operística, cambios hormonales, envejecimiento de la voz, efectos secundarios de la medicación.

Abstract

Introduction

In the voice of opera singers, there are plenty of unknown facts that, after our experience of many years of treating the best operatic voices, have taught us to decipher them and be able to expose in this doctoral thesis. Our daily practice for more than 40 years has given us the basis to develop this study.

Objectives

The general objective of this research is to highlight the problems on the opera voice that arise throughout the professional life of those who practice this risky profession which is lyrical singing. In the different parts of the doctoral thesis, research is done on the effects and influences of the sex hormones on the operatic voice, the effects of time, aging of the voice, the action of medication, fatigue or vocal fatigue, the mute of the voice, children's voice choirs, the action of pharynx surgeries and others that we will see throughout this doctoral thesis.

For its realization, evaluations of the larynx have been carried out, as well as voice assessment at different hormonal situations and body development. We wanted to know the different measures of the vocal chords at various tessituras of the singers and how they behave differently against most frequent pathologies.

Results

It is evident that the voice of opera singers is very sensitive to changes in sex hormones as well as the different factors that arise in vocal aging, changing their characteristics. The side effects of medications on the voice and especially the association of some of them have been studied. However, the effect of tonsillectomy on the voices of professional singers, if performed with an appropriate technique, does not modify their characteristics.

Key words: Operistic voice, changes in hormone levels, aging of the voice, drug side effects.

1. Introducción

La voz humana es, sin duda, el medio de expresión más útil disponible para el ser humano que le permite comunicarse con sus congéneres. De ahí la trascendencia que para él tiene cualquier alteración de la misma, especialmente en los profesionales de la voz cantada.

Una de las manifestaciones de la expresión es la voz, y como tal, está vinculada a los distintos aspectos de la personalidad, que van a manifestarse a través de la misma. La producción de la voz es un fenómeno complejo, y para estudiar este fenómeno hay que descomponerlo en sus elementos más simples.

En la formación de la voz humana es necesario el concurso de un fuelle para lanzar el aire sobre el órgano que vibra, y que ha de producir el sonido. En el hombre está representado por el aparato respiratorio inferior; la laringe y, más concretamente, las cuerdas vocales. Así mismo, de una serie de resonadores que, uniendo armónicos al sonido fundamental, originado en la glotis, han de perfeccionarlo y completarlo dándole el timbre que ha de caracterizar al sonido, para constituir la voz emitida.

Estos resonadores están formados por las cavidades supraglóticas, que incluiremos desde la misma laringe vestibular, la faringe en todas sus porciones, las fosas nasales con sus cavidades sinusales accesorias y la cavidad bucal con sus elementos, entre los que la lengua juega un gran papel. Y finalmente, la actividad del sistema nervioso que es imprescindible, y su gran importancia la señalaremos muy detenidamente más adelante.

Hay una serie de factores más en relación con la constitución del sujeto, y en los que las glándulas de secreción interna participan de un modo especial. Es la combinación de todos estos factores los que nos llevarán a conseguir una voz de una calidad superior a las demás y que les distingue de las demás.

1.1. El origen de la voz en el hombre: ¿Desde cuándo, cómo y por qué el hombre habla?

El lenguaje es una característica exclusiva del *Homo sapiens*. Pero ¿cómo nació la voz humana? Esta es una pregunta que nos ha estimulado a buscar una respuesta de cómo y por qué la voz hablada y cantada, se incorporó en la vida del ser humano.

¿Desde cuándo un sonido emitido por el hombre primitivo, ya fuera armónico o disarmónico, empezó a formar parte de sus capacidades de comunicación, ya sea como voz hablada o cantada? La respuesta es "obvia": para mejorar su comunicación entre los demás.

Debido al progreso de estos aspectos diferentes del habla en el ser humano se desarrollaron las llamadas áreas cerebrales del lenguaje, ya fuere para poder comunicarse mediante la palabra o para desarrollar el canto y poder alabar a la naturaleza o dar gracias a los dioses.

1.1.1. Origen de la voz

En esta búsqueda sobre su origen debemos partir de la emisión de los sonidos del ser humano como animal, es decir, la emisión de un tono, un rugido, un grito o un sonido básico seguido de una vibración en el aire del universo en que estaba inmerso el hombre desde la vida intrauterina.

No se sabe que fue primero si el lenguaje oral o la voz cantada. Sin embargo, el sonido primero que se supone que haría el hombre hace tres millones de años sería, probablemente, un gruñido o un grito de alarma, una señal de caza o una expresión de amor, que con el tiempo, se transformó en una palabra, lenguaje o canto y que progresivamente, en el hombre, se articuló, haciéndolo cada vez más elaborado.

Se cree que el lenguaje en el ser humano primitivo apareció al mismo tiempo que empezó a fabricar los primeros instrumentos manuales y sobre todo con la conquista de la posición erecta. Fue entonces cuando la diferenciación entre el hombre y el chimpancé, se estableció. Recordemos que ambos comparten el 98,4% de su mismo

ADN, pero que el 1,6% restante es el que le permitió desarrollar el lenguaje oral verbal y, a la vez, usar las tecnologías más elementales, como el fuego (Fig.1).

Historia de la Evolucion del Hombre

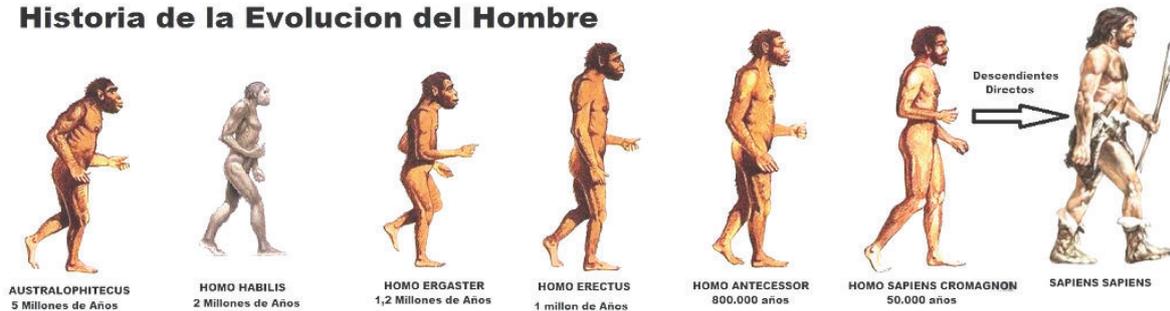


Fig. 1: Evolución del hombre.

<http://www.areaciencias.com/tutoriales/evolucion%20del%20hombre.htm>

La aparición de un lenguaje oral propio fue el que distinguió al hombre de los otros animales, sobre todo por la capacidad de emisión de las vocales, sin las cuales estaríamos condenados a comunicarnos con gemidos o silbidos.

Todos los mamíferos son capaces de producir sonidos o ruidos con los que, en mayor o menor medida, se comunican con sus congéneres o con miembros de otras especies. Pero hacía falta encontrar una característica en los cromosomas del ser humano que explicaran ésta clara diferencia entre los animales y el hombre.

En octubre de 2001 Fisher y colaboradores, de la Universidad de Oxford, identificaron el primer gen relacionado con el habla. Este gen se denominó FOXP2, abreviatura en inglés de *Forkhead Box*, y es un segmento característico del ADN que aparece en otros genes (1). Se calcula que hace 200.000 años, más o menos, aparecieron los seres humanos modernos, los Neandertales, y ellos ya poseían el gen FOXP2. Este gen se supone que fue el primer impulso para que el hombre pudiera empezar a desarrollar sus capacidades lingüísticas (Fig. 2).

El gen FOXP2, que expresa una proteína del mismo nombre, y su vínculo con el lenguaje se detectó cuando se halló una copia mutada de dicho gen en una familia británica con antecedentes de trastornos lingüísticos graves. Los miembros de esta familia con esa mutación genética presentaban problemas para hablar y entender el

lenguaje. Fue a partir de esta observación que se empezó a estudiar dicho gen y su relación con el habla humana (2).



Fig.2: Proteína de la expresión del gen FOXP2 y Mapa de las áreas cerebrales del lenguaje. <http://todossomosuno.com.mx/portal/index.Php/author/admin/page/803/>

Se puede decir que este gen no es exclusivo del hombre ya que es muy parecido al que otros animales vertebrados poseen e incluso al de ciertas aves que tienen la capacidad de cantar por lo que se supone que este gen pueda contribuir a la plasticidad del canto que se da en algunas de ellas de forma muy habilidosa (1) (Fig.3).

Analizando las diferencias que existen entre el gen FOXP2 en los seres humanos y el de los chimpancés se podría identificar la base genética de las capacidades de comunicación. Ya se sabe que sus versiones en el ser humano y en el chimpancé dan lugar a proteínas que difieren en dos aminoácidos.



Fig.3: Gen FOXP2 en las aves cantoras.

<http://todossomosuno.com.mx/portal/index.php/author/admin/page/803/>

Este hecho podría confirmar la hipótesis de que ciertas mutaciones en ese gen podrían haber impulsado en la evolución del lenguaje oral. Hoy día, se sabe que el FOXP2 se expresa en varias zonas del cerebro durante la embriogénesis, aunque no está claro si la activación del gen se produce en la fase embrionaria o si eso ocurre en el momento en que se empieza a aprender a hablar.

FOXP2 se expresa en varias zonas del cerebro durante la embriogénesis, aunque no está claro si la activación del gen se produce en la fase embrionaria o si eso ocurre en el momento en que se empieza a aprender a hablar. Sus niveles más altos aparecen en la capa VI del córtex, sobre todo en estructuras subcorticales de la base del cerebro (muy próximas al cuerpo calloso): núcleos basales, tálamo y cerebelo.

Además, está presente en la embriogénesis de otros órganos humanos: pulmones, intestino y corazón. Está claro que el desarrollo del lenguaje oral en el hombre no se basó exclusivamente en una sola mutación en el gen FOXP2, sino que fueron necesarios muchos más cambios anatómicos hasta lograr nuestra capacidad actual para hablar y cantar.

El FOXP1 (*forkhead box P1*) es un nuevo gen relacionado con el habla que codifica un factor de transcripción que controla los niveles de otras varias proteínas. Las mutaciones heterocigotas del gen FOXP1 (605515) están relacionadas con la discapacidad intelectual y el deterioro del lenguaje con o sin características autistas como hemos podido observar en algunos casos de pacientes infantiles mal diagnosticados de autistas. Los defectos del FOXP1 se consideran una causa de retraso en el habla, y se sugiere la práctica de una evaluación genética en todos los casos sospechosos de pacientes con trastornos del lenguaje.

Disponer de un diagnóstico molecular firme supone un paso esencial para abrir las puertas hacia un mejor tratamiento y seguimiento clínico del paciente, así como para facilitar un diagnóstico prenatal a los padres y ayudar a las familias a compartir experiencias e información.

Las mutaciones que implican cambios en el gen FOXP1 dan lugar a retrasos moderados a severos en el habla, con un impacto más grave en el lenguaje expresivo, además de un retraso en el desarrollo general y discapacidad intelectual. A menudo se dan rasgos faciales característicos tales como frente amplia, nariz chata con la punta amplia y macrocefalia (cabeza grande). También puede haber otras malformaciones congénitas. Los pacientes pueden tener autismo o características de tipo autista así como otros problemas del comportamiento.

Como se ha mencionado previamente, el lenguaje expresivo está más afectado que el lenguaje receptivo y más de la mitad de los pacientes afectados experimentan disfunción oromotora y / o dificultades con la alimentación.

En este proceso evolutivo del cuerpo del hombre, la laringe experimentó cambios tales como su descenso para proporcionar una resonancia de la voz al hablar. La

diferencia entre los humanos actuales (*Homo sapiens*) con los demás seres animales está en que su laringe, tras la lactancia adquiere una posición más baja.

Consecuentemente se crea un espacio útil más amplio en la boca y la faringe, lo que permite una mayor variabilidad de posiciones para conformarlos como resonadores con la emisión de un lenguaje más rico.

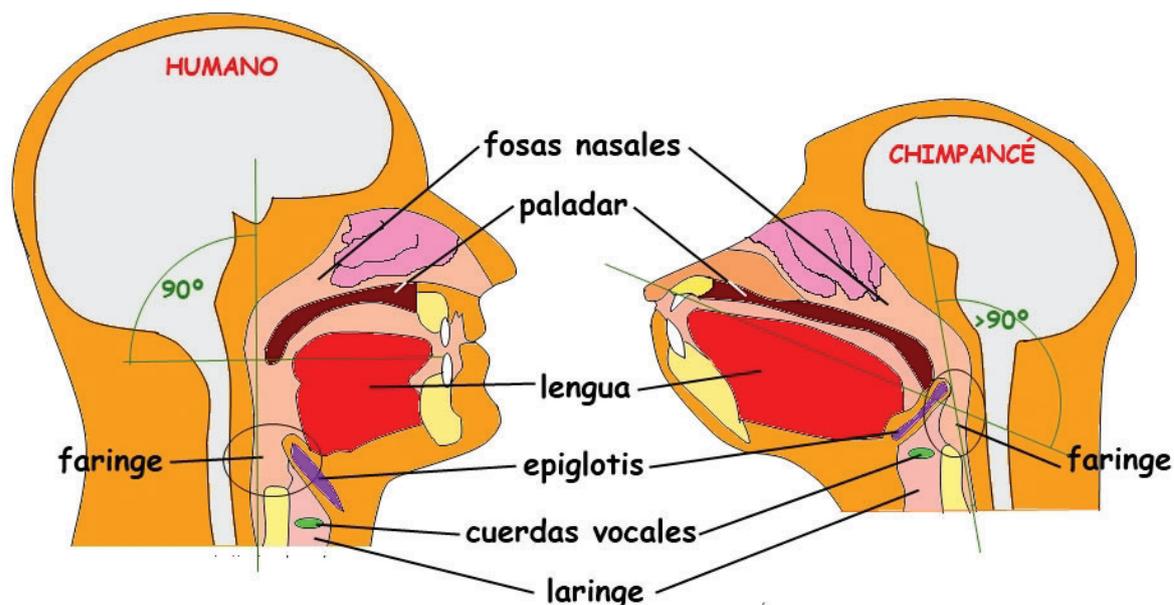


Fig.4: Diferencias en la posición de la laringe del hombre y el chimpancé.
<https://eltamiz.com/elcedazo/2015/12/19/biografia-de-lo-humano-03-el-cuerpo-primata-se-moldea-ii/>

Fruto de este descenso progresivo de la laringe en los adultos de *Homo sapiens*, éstos no pueden beber y respirar al mismo tiempo, como hacen los niños durante la lactancia o los chimpancés, durante toda su vida, con la laringe en posición muy alta. Este descenso de la laringe facilita la posibilidad de poderse atragantar al comer y beber (Fig. 4).

Lo cual no quiere decir que el *Homo neanderthalensis* (el pariente más cercano a *Homo sapiens*) e incluso el *Homo rudolfensis* (el más lejano dentro del género *Homo*), con su laringe en posición no descendida no tuvieran un lenguaje. Simplemente no eran capaces de articular tantos sonidos (como por ejemplo las

vocales a, i, o, la u). Este concepto no ha sido probado científicamente, así que tomémoslo como una posibilidad (2).

En el chimpancé, como en todos los mamíferos, la laringe, como hemos señalado, ocupa una posición alta en el cuello, lo que le permite respirar y tragar a la vez. En los seres humanos adultos, la laringe está más baja, impidiendo la respiración y la deglución simultáneas, pero aumentando el tamaño de la faringe y la gama de sonidos capaces de ser emitidos.

En consecuencia el hombre, desde que nace, tiene una exclusiva capacidad natural para balbucear y pronunciar palabras.

Las vocales son sonidos o vibraciones producidas por un cuerpo elástico. Las cuerdas vocales, cambiando la frecuencia de vibración del aire emitido, producen unas ondas regulares que son las vocales y otras irregulares que son las consonantes. Cada vocal tiene un tono definido, un timbre, dado por los componentes armónicos que se forman en las cavidades de resonancia.

Cada sonido tiene una característica que viene dada por sus armónicos que son espectros de sonidos que se posicionan por encima del tono fundamental y son sus múltiplos (Fig. 5).

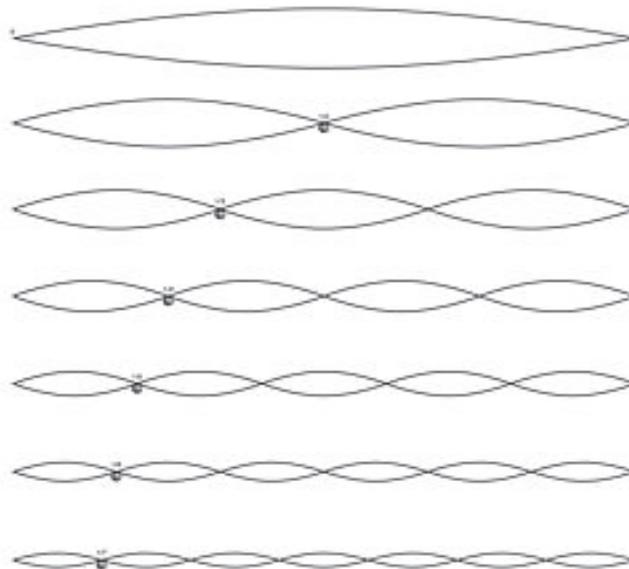


Fig. 5: Tono fundamental y los armónicos. Clarós (20).

Cuando el sonido producido en las cuerdas vocales llega a las cavidades de resonancia, los armónicos determinan su timbre; así, las vocales pueden ser distinguidas e individualizadas. Por lo tanto los componentes armónicos del sonido son los que permiten al ser humano entender las palabras y permiten el entenderse unos seres humanos con otros. El hombre es, por ello, instintiva y genéticamente apto para desarrollar la voz cantada (2).

1.1.2 Origen y evolución del canto

No hay un testimonio escrito que nos confirme el origen del canto, porque el pentagrama se estructuró sobre el año 1000 d.C. En esta búsqueda de su aparición debemos basarnos en lo que nos cuenta el relato del Génesis (2).

En los tiempos de Babilonia existían ya grupos de cantores bien estructurados musicalmente. La música era utilizada en fiestas y procesiones pero considerada poco digna para los sacerdotes y, menos, para entonar los rezos.

Más adelante, en el Antiguo Egipto, la música era utilizada en fiestas, procesiones y ceremonias de culto. En Grecia, en el siglo VIII de la era cristiana, el canto comenzó a acompañarse por un instrumento. Este fue el inicio de la música y el canto polifónico.

Durante el siglo XIV, el canto adquiere valores de notas breves, se fija definitivamente el ritmo, y ya no hay solistas, sino que todo el pueblo participa en el canto. Es lo que se conoce como el *Ars nova*. Pero, por aquel entonces, las mujeres continúan sin poder cantar en las iglesias.

A fines del siglo XV, se establecen las primeras normas que regirán el canto para una coral. Según ello se debe respetar y cumplir estrictamente que todos lo hagan en conjunto, en una unidad de tiempo común, utilizando el registro medio y según las finas costumbres ciudadanas.

Es en el siglo XVI que, para obtener voces agudas femeninas con potencia, y a la vez evitar la presencia de la mujer, se recurre a la castración de los niños con voces

excelentes, en fases tempranas. La intervención solía realizarse entre los 8 y los 12 años de edad.

El resultado de esta maniobra era una voz espectacular que mezclaba el colorido tímbrico masculino y el candor femenino. Poseía la potencia propia de un hombre y, a la vez, tenía una gran ligereza y capacidad para hacer agudos portentosos como una mujer. Esta voz híbrida era considerada celestial por el público de la época, entre el que causaba furor (3).

Con el cambio de siglo aparecen nuevos gustos y nuevas ideas estéticas. El arte de la polifonía de voces pasa a la forma de solista, que debe ser el centro del canto y esto hace surgir la necesidad de una buena técnica vocal. Para ello las palabras tenían que ser entendibles por el público, lo que añadirá al canto un valor dramático que hasta el momento no poseía.

1.1.3. Interés por el cuidado de la voz

El hombre siempre se ha interesado por el mecanismo de su comunicación verbal; por esto, era evidente que buscara, desde un inicio, un medio para explorar su laringe en fase funcional, pero esto no será posible hasta el final de la época moderna, en que esta técnica se descubre y aplica.

Para los antiguos egipcios la palabra no solo era un mecanismo para comunicarse, sino que también era la expresión de la esencia íntima de los seres vivos, y por ello sus trastornos representaban una rama que interesaba mucho a los médicos-sacerdotes egipcios.

Hay muchos documentos antiguos, los llamados *papiros médicos*, descubiertos por los diferentes grupos de arqueólogos que se interesan por el estudio y la patología de la voz. El más antiguo de ellos parece ser el de Edwin Smith (Fig.6.) que es un tratado de medicina, escrito en hierático, en el que se describen diferentes casos clínicos. Se remonta al 1500 a.C., y se conserva en la Academia de Medicina de New York.

En este papiro se hace referencia a la voz, concretamente en el apartado denominado caso clínico 28 que se dedica a las lesiones traumáticas que afectan al cuello, haciendo una descripción de esta forma: *Cuando se explora a un hombre con el cuello abierto con una lesión que penetra hasta la tráquea, si este corte es profundo y el paciente bebe agua se ve cómo sale por la herida. Cuando la inflamación y la infección son graves y le producen fiebre es necesario suturar la herida. Inicialmente es necesario aplicarle carne fresca y luego grasa, miel y colocar vendajes prietos cada día hasta su curación* (3).

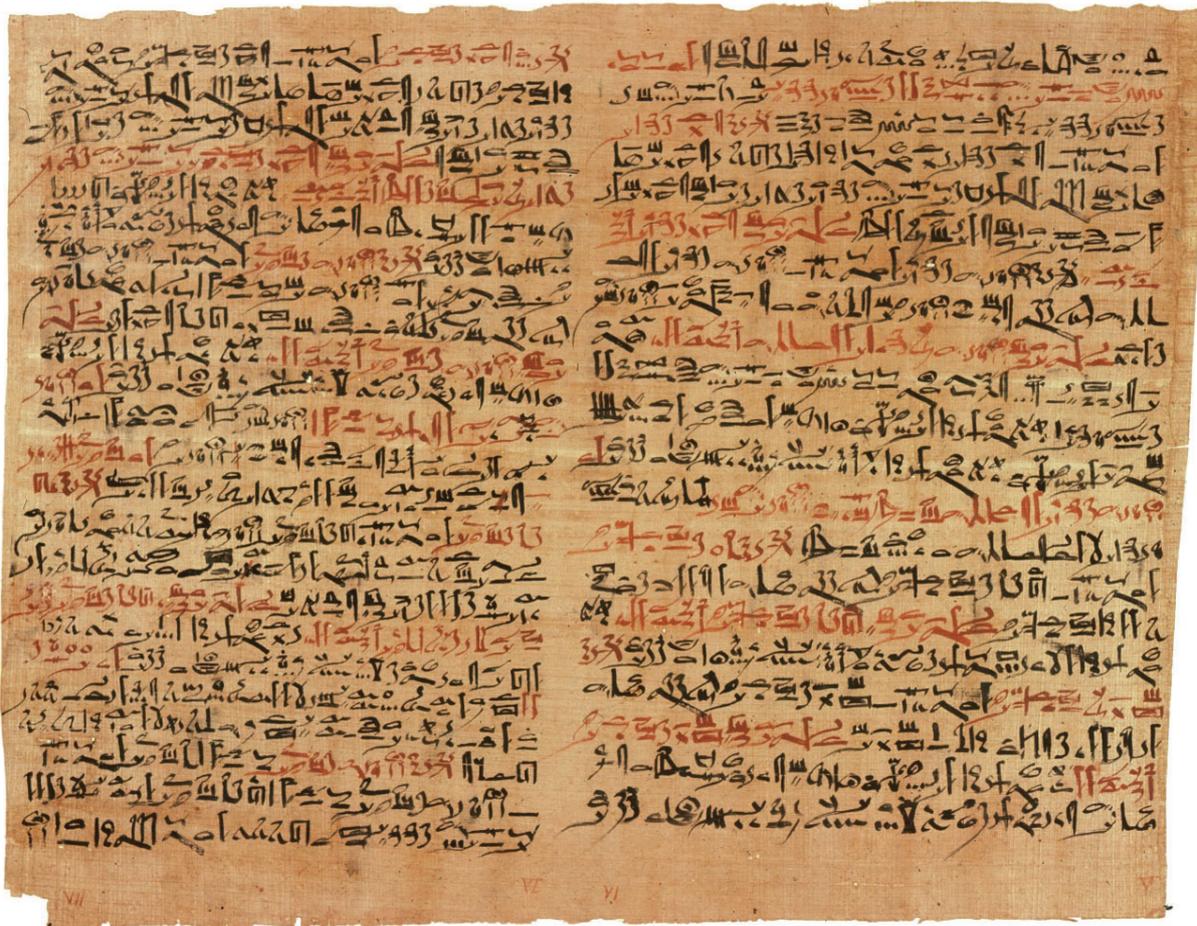


Fig. 6: Papiro Edwin Smith. Partes VI y VII. 1500 a.C. <https://www.la-brujulaverde.com/2016/12/papiro-edwin-smith-el-primer-tratadodecirugia-de-la-historia>

En la Antigua Grecia, ya Hipócrates (400 a.C.) se interesó por el mecanismo de la emisión de la palabra, describiendo la participación que tienen en su producción los dientes, la lengua y la úvula, como si la voz naciera de la cavidad oral, cosa de la cual estaba también convencido Aristóteles (322 a.C.).

Galeno (II siglo d.C.) fue quien mencionó la importancia de la laringe como órgano productor de la voz, hecho que corroboró con la disección anatómica del cuello en el ser humano, describiendo la inervación de la laringe y el trayecto del nervio recurrente, especialmente detallando lo que él llamo *asa de Galeno* (Fig.7).

En la ingente obra de Galeno (129-216) se sentaron las bases del conocimiento médico para los siglos posteriores, aunque algunos de sus principios se basaran en conceptos o datos erróneos. Sin embargo, podemos hallar referencias importantes en relación con los órganos vocales y la voz (3).



Fig. 7. Galeno, médico y filósofo griego de Pérgamo, actual Turquía.

<https://en.wikipedia.org/wiki/Galen>

Estos conocimientos limitados sobre la voz humana continuaron durante años, hasta que en el Renacimiento se produjeron verdaderamente novedades. Por esto, al siglo XVI se le denominó *el siglo de los anatómicos*.

1.1.4. El Renacimiento: el desarrollo de la anatomía y la importancia de los Papas

En Europa, el desarrollo económico, social y político llevaron a una transformación interna notable que culminó en el siglo XV con el llamado *Renacimiento*, así denominado por su creencia en la vuelta a los clásicos greco-latinos (4).

La difusión de la cultura, el desarrollo de la imprenta, el comercio exterior y otros factores decisivos, tales como las Cruzadas y después el interés económico que supuso las nuevas rutas marinas, contribuyeron a un periodo muy innovador.

El equilibrio político entre el Papado y el Sacro Imperio permitió el auge de ciudades-estado en el norte de Italia y la concentración de población en ellas con una economía artesanal y mercantil en expansión. También se produjo allí el florecimiento de las Universidades y centros de conocimiento, con la acogida masiva de los ciudadanos griegos que abandonaron Constantinopla tras su caída en poder de los turcos en 1453.

En este periodo las autoridades religiosas, en especial los Papas Julio II (1443-1471) y León X (1475-1521) retiraron la prohibición que existía hasta entonces de la disección de los cadáveres, lo que estimuló de nuevo a los médicos, y a la investigación anatómica, y se convirtió en una primacía italiana en el mundo (4).

Un problema frecuente que tenían los anatomistas del Renacimiento era la preservación de los cadáveres de las salas de anatomía, debido a los escasos medios que existían para evitar su descomposición.

Durante el Renacimiento se fomentaron la construcción de las Salas de Anatomía. La primera de ellas fue la de Pisa, en 1500, en Italia, luego la de París, en 1522, la de Montpellier, en 1556, en Francia y de nuevo en Italia, la de Padova, en 1595, y en 1637 la de Bologna (Fig. 8).



Fig. 8. Sala de anatomía de Universidad de Bologna. (1637).

<https://www.diariodelviajero.com/europa/el-teatro-anatomico-y-el-aula-mas-magna-en-el-archiginnasio-de-bolonia>

Salamanca tuvo el primer teatro anatómico permanente (1552-1554). Su Universidad es la más antigua de las universidades de Castilla aún existentes y una de las cuatro más antiguas del mundo, habiendo sido fundada en 1218 por el rey Alfonso IX de León (1171-1230) (7).

La Facultad de Medicina de Montpellier está considerada la más antigua del mundo, aún hoy en funcionamiento, e inició su actividad a principios del siglo XII, concretamente en 1180.

La solicitud del cadáver debía hacerse a las autoridades de la policía y al obispo. Los estudiantes que asistían a la disección del cadáver la presenciaban como un verdadero espectáculo que se efectuaba por los cirujanos barberos, en un ambiente maloliente y oscuro, ya que las primeras salas de disección no tenían ventanas de ventilación y, además, estaban iluminadas solo por candelabros de velas. Otra sala,

como la de la actual sede de la Real Academia de Medicina de Cataluña, de 1762, tenía la misma disposición arquitectónica (Fig. 9).

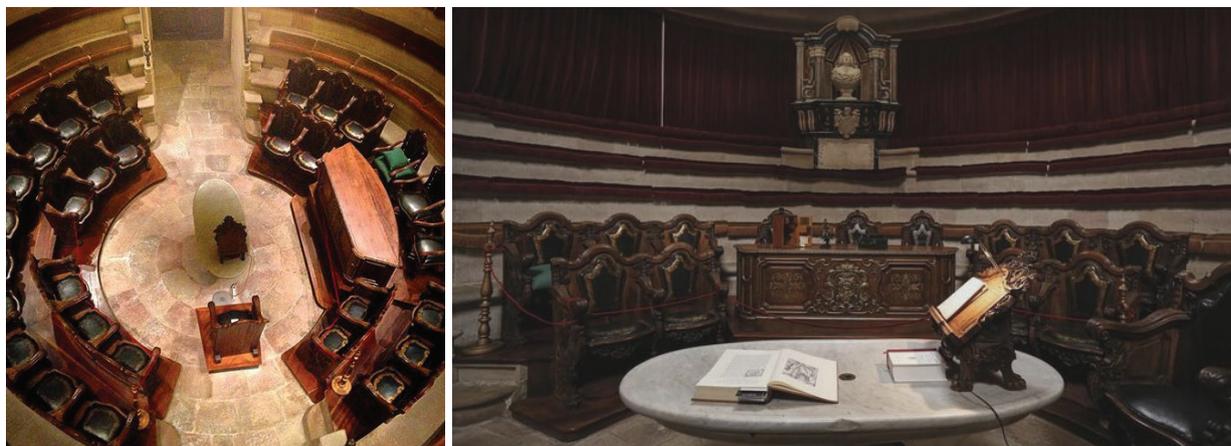


Fig.9: Sala de disección de la *Reial Acadèmia de Medicina de Catalunya* (1762).

1.1.5 Leonardo da Vinci y sus experimentos sobre la voz

Leonardo da Vinci (1452-1519) se basó en los estudios de la anatomía de Marcantonio della Torre (1481-1501), y diseccionó una treintena de cadáveres de hombres mujeres y niños, realizando, a su vez, una serie de 600 dibujos a lápiz de las diferentes partes del cuerpo humano para incluirlos en un tratado de 120 libros, que se conservan en el Castillo de Windsor (Fig.10). Parece ser que della Torre y da Vinci querían publicar un libro de anatomía conjuntamente, pero, el primero murió prematuramente y entonces Leonardo lo hizo él solo.

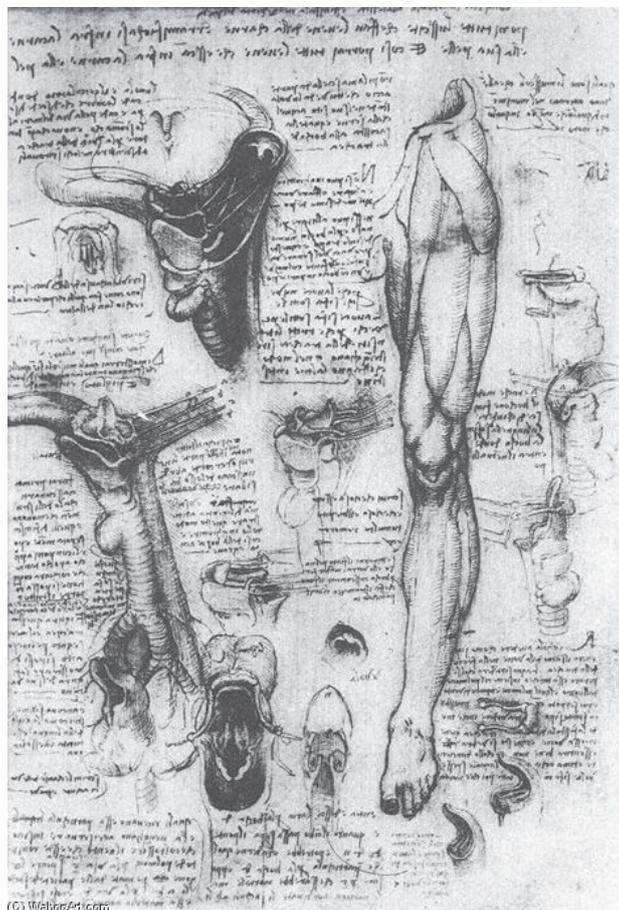


Fig. 10: Dibujo de Leonardo da Vinci de la laringe, tráquea y pulmones (1490).

<https://www.pinterest.com.mx/pin/553098397962390230/>

Empujado por su propia curiosidad, a Leonardo da Vinci se le ocurrió soplar aire en los pulmones de cadáveres humanos, y de otros animales tales como cisnes o gansos, sin llegar a entender en donde nacía la voz. Pensaba que era la tráquea la

que se expandía y emitía los sonidos, sin atinar que eran las cuerdas vocales las que lo hacían, si bien él conocía su existencia y la de los ventrículos de Morgagni. Leonardo da Vinci, en cambio, conocía la función de la lengua y de los labios en la producción de las vocales, pero en sus dibujos Leonardo combinó detalles de una laringe humana con la de otros animales.

1.1.6. La anatomía de la laringe

El anatomista flamenco Andreas Wan Wessl (Bruselas, 1514-1564), también llamado Andrea Vesalio, fue el verdadero fundador de la anatomía moderna, basada en una anatomía funcional y clínica.

Se diferenció de la medicina de Galeno y desmintió que la laringe formara parte de los órganos de los sentidos, considerando a estos como tales y no como rutas de acceso del alma, como decía Galeno.

En su libro *De Humani Corporis fabrica libri septem*, de 1543, se encuentran múltiples descripciones de la laringe, de los cartílagos y de los músculos (Fig.11).

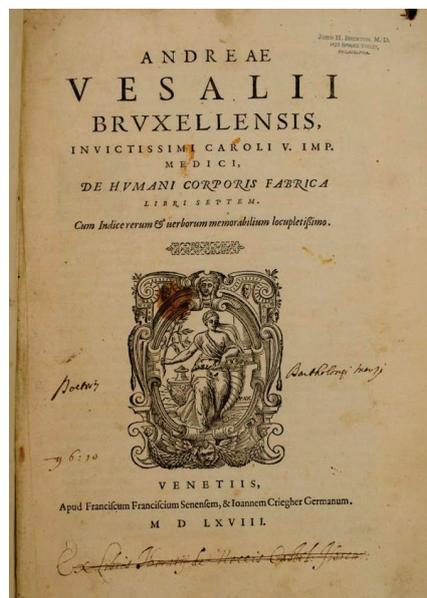


Fig.11 Frontispicio de la obra de Vesalio *De Humani Corporis fabrica libri septem* (1543). <https://www.abebooks.com/first-edition/humani-corporis-fabrica-libri-septem-vesalius/9356215584/bd>

Los extensos y excepcionales trabajos realizados en 1490 sobre laringes humanas por Leonardo da Vinci y por Andrés Vesalio en su magna obra *De humani corporis fabrica* (1543), permitieron conocer con detalle las características anatómicas y morfológicas de la laringe humana, y demostrar claramente que las descripciones realizadas por Galeno correspondían a disecciones realizadas en monos y no en el ser humano.

Ambroise Paré (1510-1592) atribuye a la epiglotis y a los cartílagos aritenoides una importante función en la emisión de la voz, sin ser consciente del papel que tienen las cuerdas vocales (Fig. 12). Era un cirujano barbero del Hôtel Dieu de París, el hospital más antiguo de esta ciudad, fundado en el 651, donde se hacían intervenciones quirúrgicas con escasas condiciones higiénicas, con lo que se producía una alta mortalidad.

Este fracaso de los resultados quirúrgicos le permitió disponer de un gran número de disecciones postmortem y pudo estudiar la anatomía del aparato fonador, al que describe en estos términos: *los pulmones son el instrumento de la respiración y el fuelle, pero la laringe es el principal instrumento que forma la voz* (2).



Fig. 12: Ambroise Paré. Su aforismo preferido era: “Yo los cuido y Dios los cura”.

(https://ca.wikipedia.org/wiki/Ambroise_Par%C3%A9)

En el siglo XVII, Girolamo Fabricius d'Aquapendente (1537-1619), en sus obras más importantes, *De laryngis vocis instrumento* (1606), *De locutione et eius instrumentis* (1601) y *De Brotorum loquela* (1603), describe la fisiología laríngea y la capacidad que tiene la laringe para producir no sólo la voz y el habla, sino también la expresividad y la belleza de la voz cantada (1,3) (Fig.13).

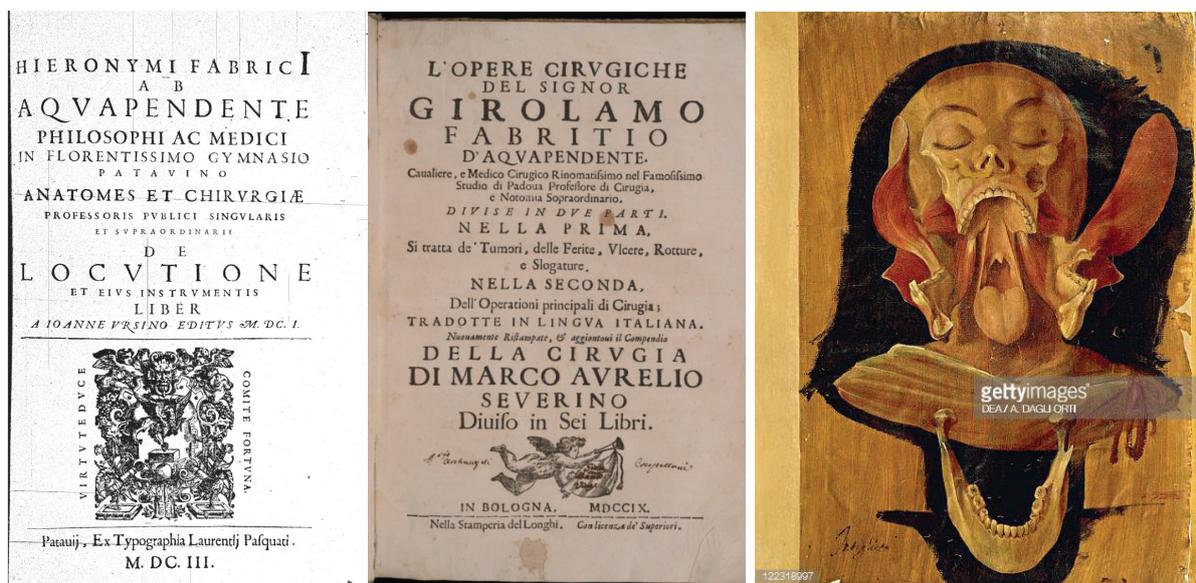


Fig. 13: Tratado de Girolamo F. d'Aquapendente de 1659.

<http://exhibits.hsl.virginia.edu/treasures/fabricius-ab-aquapendente-ca-1533-1619/>
<https://www.gettyimages.ca/detail/illustration/anatomy-of-head-by-hieronymus-fabricius-ab-aquapendente-stock-graphic/102076023>

Fabricius d'Aquapendente contradice a Aristóteles en lo que se refiere a los mecanismos físicos de la producción sonora, manteniendo que no es imprescindible la reunión de dos cuerpos sólidos para producir un sonido, ya que los cuerpos blandos también los producen al paso de un flujo aéreo. Considera al aire como la materia que genera el sonido y le da forma.

Para él, el sonido no es otra cosa que una modificación del estado del aire, de una vibración y como consecuencia de una compresión. Fabricius es el primero que describe los cuatro cartílagos de la laringe, el de la epiglotis y los aritenoides, que son dos piezas independientes que sirven de punto de apoyo a otras partes, a las cuales

1.1.7. Aportación del microscopio

El descubrimiento del microscopio óptico sobre el 1600 permite el inicio de la anatomía microscópica, que da lugar a la histología. El microscopio se inventó hacia 1610, por Galileo, según los italianos, o por Jansen, en opinión de los holandeses (Figs.15 y 16).



Fig.15: Reproducción del microscopio de Zacharias Janssen.

<https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-de-los-instrumentos-de-observacion-de-celulas-y-moleculas-41939d6c-e4ea-4d8d-b992-aef84b37d386>

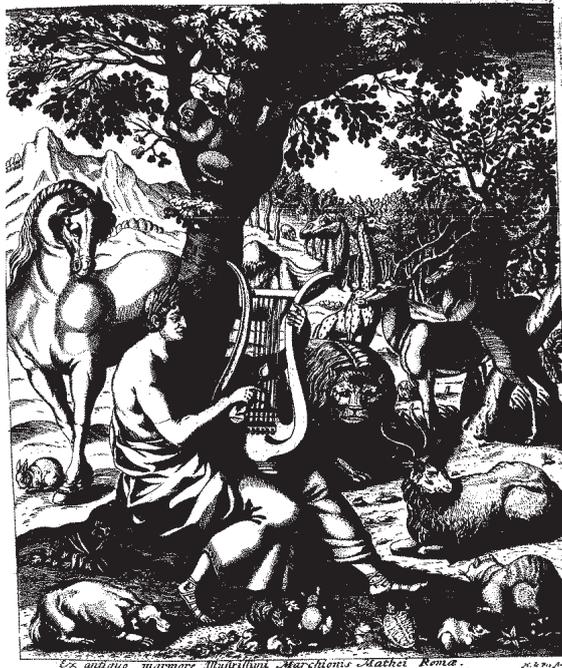


Fig. 16: Invención del microscopio óptico (1610). <http://labsegundob.blogspot.com/>
<https://es.slideshare.net/chavez1952/microscopia-uv2010>

1.1.8. Nuevas aportaciones

Martin Mersenne (1588-1648), en su *Traité d'harmonie universelle* (1627), describe las bases de la fisiología de la articulación de la palabra (5) (Fig.17).

HARMONIE UNIVERSELLE.



Nam & ego confitebor tibi in vasis psalmi veritatē tuam:
Deus psallam tibi in Cithara, sanctus Israel. *Psalme 70.*

Fig.17. *Traité d'harmonie universelle* (1627), de Martin Mersenne

París: Guillaume Baudry, 1627 (6).

También realizaron aportaciones importantes Géraud de Cordemoy (1626-1684), reflejadas en su *Discours physique de la parole* (1666), y el orador Bernard Lamy (1640-1715), al intuir el funcionamiento de las cuerdas vocales en su obra *La réthorique ou l'art de parler* (1675) (3).

En 1680, Claude Perrault (1613-1688) publica *Du bruit et De la musique des anciens*, donde considera la voz como un ruido producido por la salida violenta del aire, que en su paso hacia el exterior frota las dos membranas que configuran la glotis. Explica la generación de las distintas tonalidades de la voz humana por las variaciones de longitud y de tensión de los pliegues vocales. Ambas conclusiones fueron realmente acertadas, como se ha demostrado en la era moderna (4).

Perrault (1628-1703) plantea, siguiendo a Fabricius d'Aquapendente (1537-1619), una discusión que continuará hasta muy avanzado el siglo XIX, basada en la pretensión de identificar el funcionamiento laríngeo con el de los instrumentos sonoros con propiedades y leyes físicas axiomáticas.

En 1700, Denis Dodart (1634-1707) presenta una memoria sobre la emisión de la voz por el hombre y su regulación tonal: *Memoire sur les causes de la voix de l'homme et de ses différents tons* (Fig.18). Entre otras precisiones, determina que los pliegues vocales se elongan a medida que aumenta la frecuencia, y que cuanto más se elongan más se aproximan sus bordes. Esta propiedad le lleva a identificar a la laringe con los instrumentos de lengüeta.

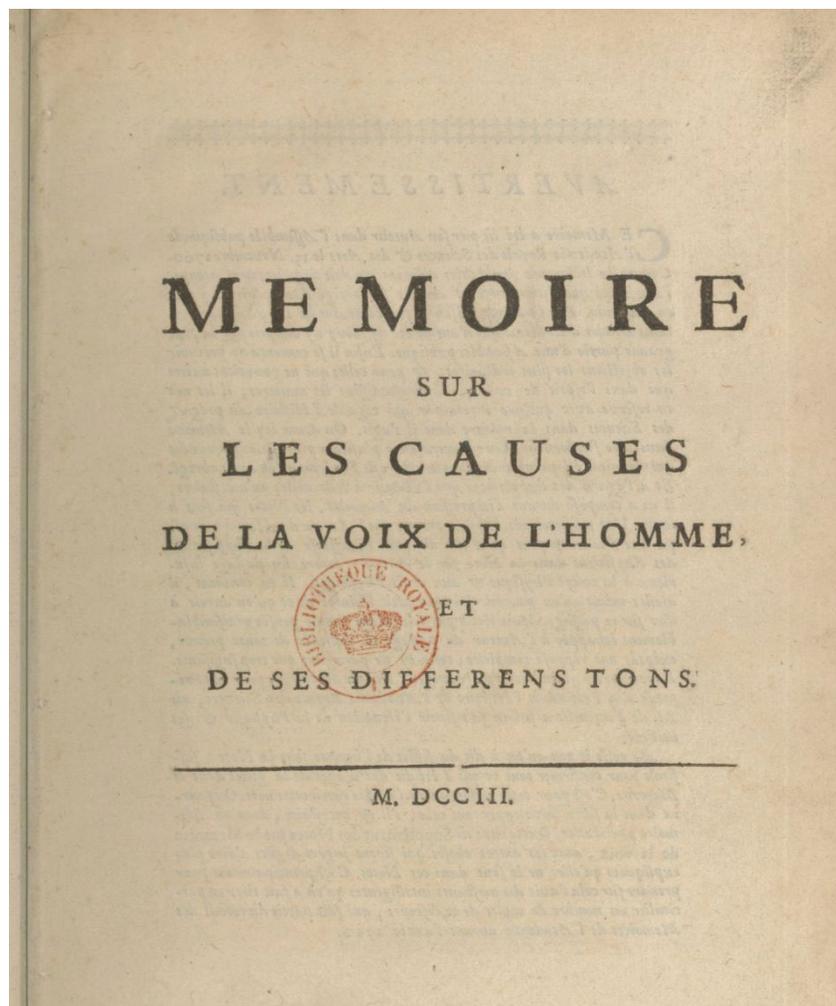


Fig. 18: *Mémoire sur les causes de la voix de l'homme et de ses différents tons*, de Denis Dodart (1703). [https://gallica.bnf.fr/ark: 12148/bpt6k_98115373](https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k_98115373)

Giovanni Battista Morgagni (1682-1771), anatomista docente en Bologna y Padova, en 1723 descubrió la existencia de los ventrículos de la laringe, aquellos espacios horizontales entre las cuerdas vocales verdaderas y falsas de la laringe (Fig.19).



Fig.19: Descripción del ventrículo de Morgagni en la laringe del ser humano:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S24443824> 1830 1330
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12565-016-0373-7>

El primero que habló de cuerdas vocales fue Antoine Ferrein (1693-1769), anatomista de Montpellier, que las denominó *cuerdas vocales o cintas de la glotis*.

En 1741, Antoine Ferrein presentó los resultados de las experiencias realizadas sobre laringes aisladas, humanas y de animales: *Sur l'organe immédiat de la voix et de ses différens tons* (6) (Fig. 20).

En su comunicación describe la forma en que aproximando entre sí los labios que forman la glotis y soplando fuertemente a través de la tráquea, la laringe produjo un sonido, una voz real. Cuando comprimía parcialmente el segmento anterior o posterior de la glotis, acortando así la longitud del repliegue vocal, la frecuencia de vibración

ascendía, produciendo un tono más agudo. Se le considera el iniciador de la fisiología experimental de la laringe.

Sus experiencias le llevan a apreciar una gran analogía entre el órgano vocal y los instrumentos de cuerda, lo que le lleva a decir: *Esas bandas que denominaré por tanto cuerdas vocales, pueden ser comparadas a las cuerdas dobles del clavicordio*, denominación que ha permanecido vigente hasta nuestro días y muy difícil de desterrar del léxico laringológico (6).

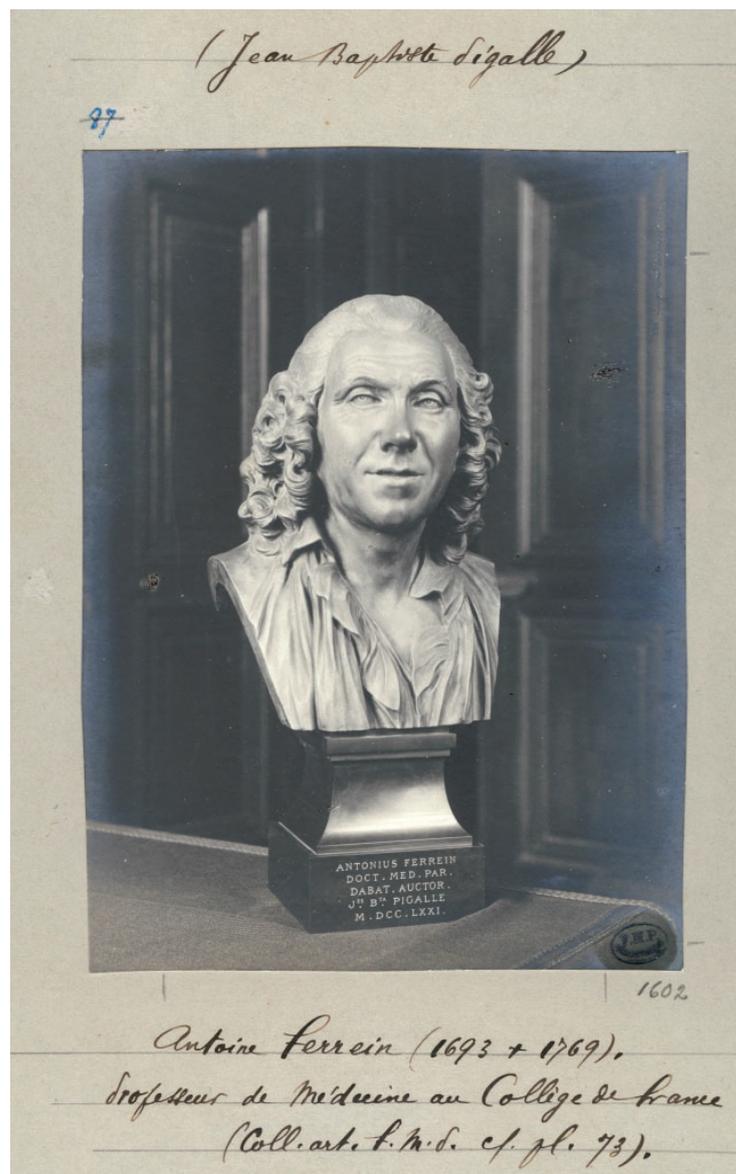


Fig. 20: Antoine Ferrein (1693-1769) profesor de Medicina au Collège de France. Ferrein A. 1754, Mémoire de l'Académie royale des Sciences, séance du 15 novembre 1741, Paris (6).

François-Xavier Bichat (1771-1802) en su tratado de anatomía describió las enfermedades de la laringe y observó que la longitud de las cuerdas vocales determinaba la producción de las diferentes voces, siendo el punto de partida de los tratados de la fisiología moderna (Fig. 21).

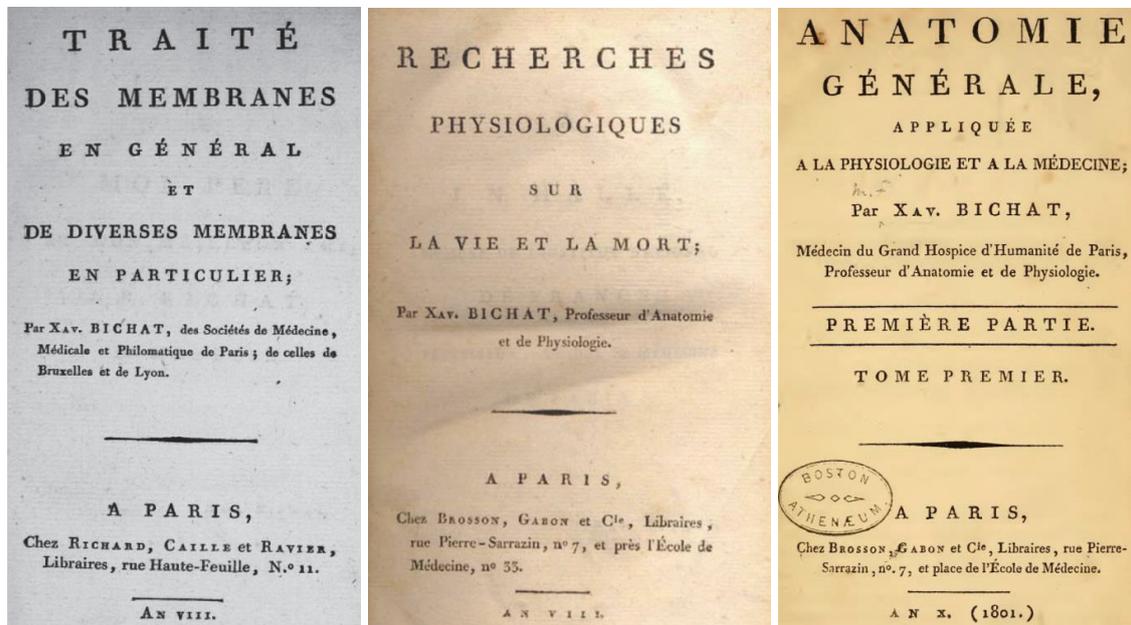


Fig. 21: Tratados de anatomía de Bichat. Cuadro de Bichat muriendo, asistido por los doctores Esparron y Roux. <https://pt.slideshare.net/fcrosman/rosmanfc-ha-histologia-clssica-sua-histria-os-primrdios-edrev2014>

En 1825, Félix Savart (1791-1867) publicó sus hallazgos en los *Anales Franceses de Física y Química*, bajo el título *Mémoire sur la voix humaine*, sus experiencias sobre los sonidos producidos por los tubos de paredes membranosas y húmedas. Compara la laringe con el reclamo de los pajareros: un pequeño tubo de sección cuadrangular que colocado entre dientes y labios genera con la aspiración del aire sonidos similares a los que produce la laringe humana.

Estas experiencias llevaron a Savart a concluir que los repliegues vocales regulan el flujo aéreo, y que éste penetra en los ventrículos en su ascenso hacia fuera, reflejándose en el borde libre de la banda ventricular que, aunque redondeada, cumple la misma función que el bisel de los tubos del órgano.

François Magendie (1783-1855) realizó experimentos en animales y en cadáveres y en 1833 publicó sus experimentos sobre la formación de la voz, comparando la laringe a un instrumento musical de viento. Evidenció que insuflando aire en la tráquea se podía obtener un sonido si se aproximaban los aritenoides. Al hacer un corte en el cuello de un animal vivo y se expone la glotis, mientras el animal se queja, se puede ver que la voz se forma por la vibración de las cuerdas vocales (3). Señala la gran importancia del músculo tiroaritenoso en la modificación del tono, y compara la laringe con las boquillas vibrantes de los instrumentos de viento.

Magendie experimenta sobre los cambios que se producen al seccionar los nervios laríngeos, y concluye que el cierre de la glotis depende del nervio laríngeo superior y su apertura del nervio laríngeo inferior (3).

Platón definió a los fenómenos dinámicos que participan en la generación de la voz humana «como un impacto del aire que llega por los oídos al alma», y en particular la producción de la voz cantada ha sido objeto de profundos y numerosos trabajos de investigación a lo largo de toda la historia.

Un ejemplo de este interés lo podemos encontrar en el *Étude Expérimentale sur la Phonation*, trabajo realizado por Marcel Lermoyez (1858-1929) en 1886 como

memoria de tesis para obtener el grado de doctor en medicina, donde recoge más de 300 referencias relacionadas con la investigación sobre la función vocal (2).

En 1837, Johannes Müller (1801-1858), profesor de fisiología en Berlín, presenta el resultado de sus experiencias, primero sobre lengüetas membranosas elásticas y luego sobre laringes aisladas obtenidas de animales y de cadáveres humanos (3).

En los esquemas del aparato denominado “Compresorium” (Fig. 22), que se llama así porque su misión básica era la de regular la compresión medial de las cuerdas vocales, se refleja la brillantez de la idea de crear este instrumento analizador de la voz.

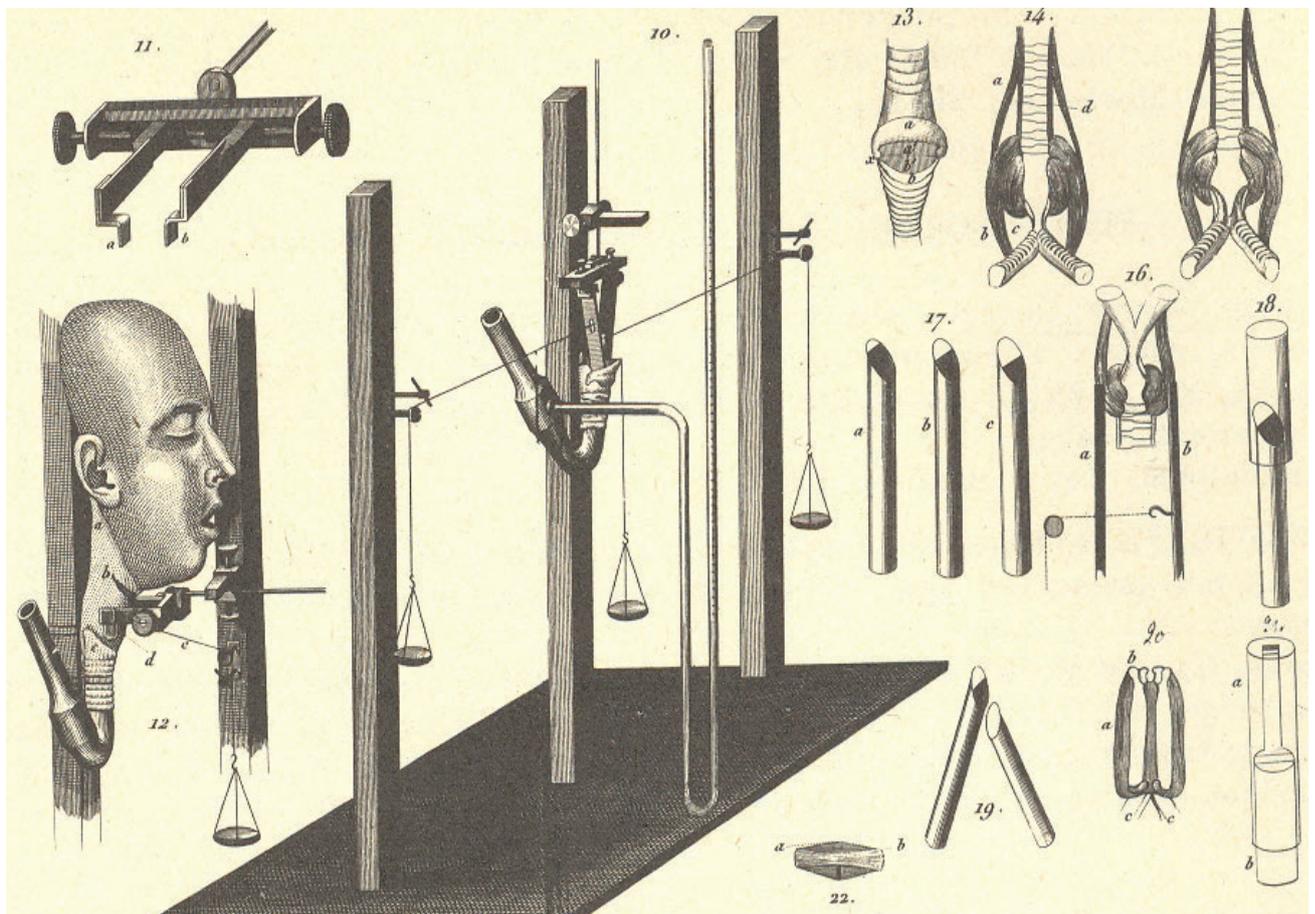


Fig.22. Soporte «Compresorium» de Müller para la experimentación laríngea Sperati G. Philipp Bozzini e il “Lichtleiter”. Acta ORL Ital. 2002; 22:42-46.

Sus experimentos aportan datos concretos que pueden resumirse en los puntos siguientes:

- Las cuerdas vocales producen el sonido denominado «voz» cuando se ponen en contacto una con otra y vibran al paso del aire.
- La ausencia en la preparación anatómica de epiglotis y bandas ventriculares reduce el volumen del sonido emitido.
- El tono asciende cuando aumenta la tensión de las cuerdas vocales.
- Cuando la tensión de las cuerdas vocales se mantiene, un aumento de la presión del aire significa un ascenso del tono equivalente a una quinta.
- Valora las diferencias existentes entre el registro de pecho y el de *falsete*.

Los estudios de Müller no se limitaron al comportamiento del área glótica, sino que los amplió con las experiencias relacionadas con el efecto de las cavidades de resonancia sobre el timbre y el refuerzo de la voz.

Los hallazgos de Müller dieron lugar a la teoría mioelástica de la fonación, completada y difundida por Janwillem van den Berg en 1958, (que se comentará en capítulo posterior).

A pesar de basarse en rigurosos estudios y de ser extremadamente convincente, la teoría de Müller no fue admitida del todo por sus coetáneos y durante el siglo XIX persistió la idea que establecía una comparación entre la laringe y un instrumento de viento de diversos tipos.

Los procedimientos de experimentación de los siglos XVI y XIX se realizaron con laringes de cadáveres y laringes artificiales.

1.1.9. El examen de la laringe.

El nacimiento de la exploración de la laringe se puede adscribir a Philipp Bozzini (1773-1809) y a su invento el “Lichtleiter” en 1804, usado por varios autores en la primera mitad del 1800. Era un conductor de luz (Fig. 23) y fue el precursor del endoscopio moderno (7).

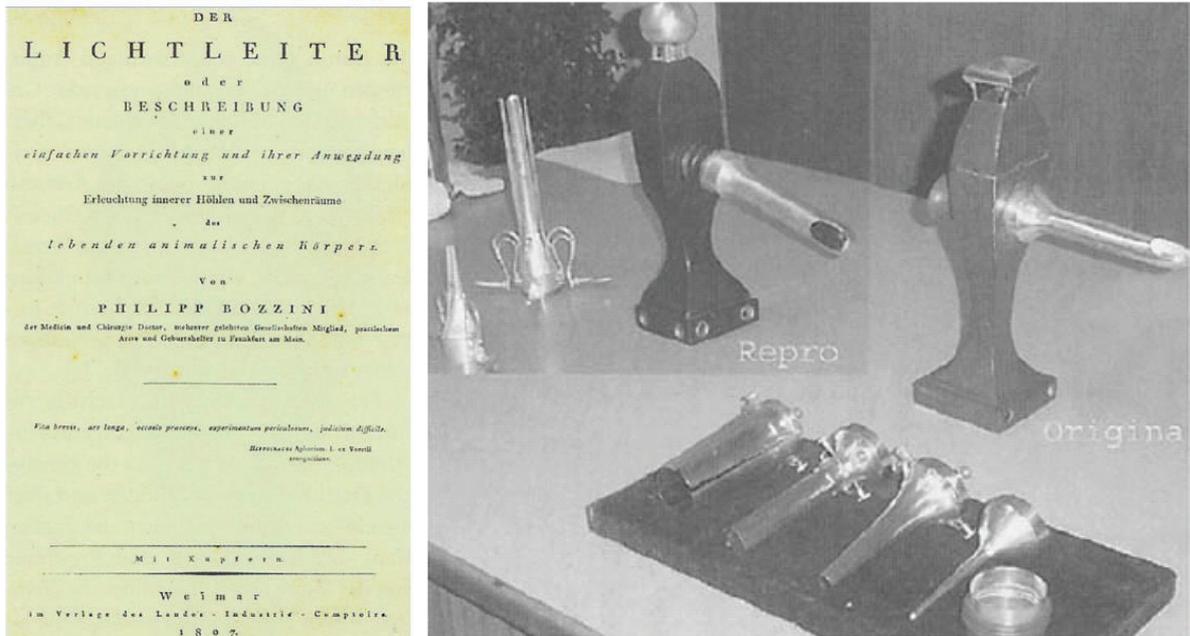


Fig. 23. El Lichtleiter y el tratado de Bozzini 1807. T Sperati G. Philipp Bozzini e il “Lichtleiter”. Acta ORL Italiana. 2002;22:42-46

Charles Cagniard de Latour (1777-1859) utilizó un espejo para ver la laringe del mismo modo que L. Senn (1809-1931) en 1826. Y también Benjamín Guy Babington (1794-1866) en 1829 presentó en la Real Sociedad Huntariana de Londres un espejo llamado glotoscopio. Parece ser que otros, como Robert Liston (1794-1847), en 1837 ya exploraba la laringe con un espejillo de dentista caliente.

El cirujano londinense John Avery (1824-1914), en 1844, construyó un tubo con un espejillo angulado en su extremidad que reflejaba la luz mandada por otro espejo frontal cóncavo.

El uso cada vez más frecuente del espejo laríngeo para evaluar las cuerdas vocales también permitió realizar las primeras operaciones endoscópicas sobre las mismas y en 1862 la literatura médica informó de más de cien intervenciones endoscópicas seguidas de cauterización de la lesión laríngea con nitrato de plata; más tarde se utilizó el galvanocauterio y por último la extirpación y biopsia de la lesión.

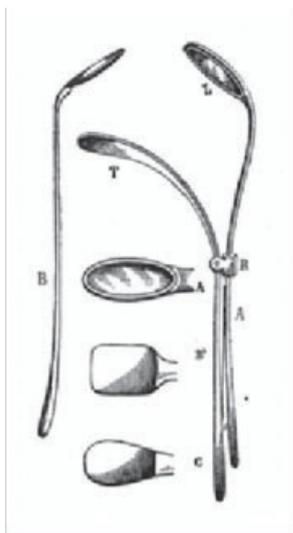


Fig.24. Espejillos de García. García Tapia, R. Diagnóstico y tratamiento de los trastornos de la voz. Omega teecnobio. Editorial Garsi SA.1996: 225–230

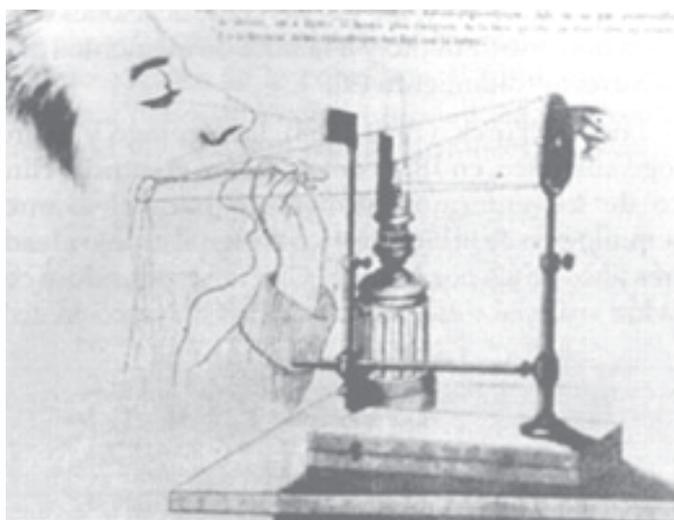


Fig.25 Sistema óptico con fuente de luz (espejo reflector óptico) inventado por Albrecht von Graefe y el espejo de Manuel García sostenido por el paciente. Sperati G. Philipp Bozzini e il "Lichtleiter". Acta ORL Italiana. 2002;22:42-46.

No cabe duda de que el procedimiento exploratorio que más información real puede proporcionarnos es la visión de cualquier fenómeno en su situación fisiológica normal. Esta posibilidad la hizo realidad Manuel García con la invención del espejito laringoscópico (Figs. 24 y 25), que dio lugar al inicio de la laringología como una especialidad.

Manuel Patricio García, comúnmente conocido por Manuel García, nació el 17 de marzo de 1805 en Madrid y murió en Londres en 1906. Tuvo una vida larga y muy fructífera. Fue cantante, profesor de canto, el primer científico de la voz y el primer vocólogo (8).

Para muchos es un personaje desconocido; para otros, un artista y profesor de canto excepcional; para algunos, un investigador y el primer científico de la voz. Por diversos motivos, Manuel García no se sintió inclinado a seguir una carrera profesional como cantante y abandonó el escenario, para dedicarse a la docencia del canto y la medicina. Trabajó en el Hospital Militar de París, asistido por Larrey y el Dr. Segond.



Fig.26 Johann Czermak (1828-1873). Se le atribuye haber diagnosticado un cáncer de la laringe utilizando el espejillo de Manuel García. García Tapia, R. Diagnóstico y tratamiento de los trastornos de la voz. Omega tecnobio. Editorial Garsi SA. 1996:225–230.

Allí empezó a interesarse, cada vez más, por los mecanismos que producen la voz humana. Tuvo la oportunidad de explorar a pacientes que habían sufrido lesiones traumáticas o infecciosas en el cuello y la laringe, buscó las bases anatómicas y fisiológicas de la producción de la voz humana, y asistió a disecciones anatómicas llevadas a cabo por sus amigos médicos. Por todo ello consiguió un conocimiento

profundo de la anatomía de los órganos vocales, a la vez que se dedicó por entero a la docencia del canto.

En 1831 empezó a trabajar como profesor de canto. En 1840 alcanzó la cátedra del conservatorio de París y presentó, en La Academia de Ciencias de Francia, su Memoria sobre la voz humana (*Memoire sur la voix humaine*), con la que obtuvo un espectacular reconocimiento en el ámbito médico y científico de la época (3).

En 1847 publicó su *Tratado completo del arte del canto*, que supuso una auténtica revolución e innovación en la docencia del canto y cuyos métodos se siguen empleando hoy día (5).

Durante todos esos años no dejó de pensar ni un momento en cómo podría observarse el órgano vocal en funcionamiento. Manuel García contó que un día en 1854, paseando por los jardines del Palais Royal de París, vio cómo se reflejaba el sol en un cristal de una ventana y tuvo la intuición de que del mismo modo podría ver las cuerdas vocales. Para ello adquirió un espejillo de dentista montado sobre un mango y al volver a casa se lo puso en la boca, después de haberlo sumergido en agua caliente para que no se empañara y aprovechando un rayo de sol se exploró las cuerdas vocales mientras emitía un do de pecho (3). Su repentina visión del espejito laríngeo da lugar a lo que supondría la herramienta con la que nacería una nueva especialidad médica: la laringología (6).

Con este sencillo instrumento pudo visualizar por primera vez las cuerdas vocales durante la fonación (Fig. 28), y comprobó las distintas teorías que sobre los mecanismos del canto, que él mismo había elaborado en su tratado memoria sobre la voz humana de 1840.

Durante un año se dedicó al estudio de dichos fenómenos, constatando algunas de sus teorías como ciertas y adquiriendo nuevos conocimientos. En 1855, García presentó sus hallazgos en la Royal Society of Medicine en Londres y al igual que sucedió 50 años antes con Bozzini, desde esta Sociedad se le demostró una total indiferencia, escepticismo e incredulidad (7).

Este descubrimiento, de enorme trascendencia, hubiera pasado desapercibido si este genial científico no lo hubiera comunicado al Royal College of Medicine el 22 de marzo de 1855 y sobre todo si no se hubiera publicado finalmente en los *Proceedings de la Royal Society of London*.

Su trabajo fue recogido por el prestigioso otorrinolaringólogo vienés Ludwig Türck (1810-1865) y por Johann Nepomuk Czermak (1828-1873), quienes validaron y aplicaron a la clínica los descubrimientos de Manuel García, en concreto a la patología faringolaríngea, dando lugar así al nacimiento de la laringología (8).

En 1857, Ludwig Turk en Viena, empezó a utilizar para uso clínico el espejo y junto a Johann Nepomuk Czermak vieron las ventajas y posibilidades de la técnica de laringoscopia y propagaron el método a la mayoría de las clínicas europeas (Fig. 26).

1.1.10. Inicio de la logopedia

La primera laringectomía total experimental en un perro la efectuó Johann Friedrich Albers (1805-1867) en, 1829 aunque el animal murió. En 1866, Patrick Heron Watson (1832-1907) realizó una laringectomía parcial solo extirpando los tejidos blandos sin tocar el cartílago.

Albert Theodor Billroth (1829-1894) en Viena en 31 de diciembre de 1873 efectuó la primera laringectomía total en un ser humano por un tumor, pero recidivó después de 7 meses ya que dejaron tumor en la tráquea (10).

La reeducación vocal nació así con Billroth que se preocupaba de la reeducación con la voz erigmofónica del paciente operado de laringectomía total en el *Laringologisches Zentrum della Mariannengasse* de Viena.

En 1877 Kussmaul (1822-1902) publicó el que podemos considerar el primer manual de rehabilitación de foniatría llamado *Die Storungen der Sprache* (los trastornos del lenguaje).

Hasta aquel momento la logopedia era totalmente desconocida, a excepción de la educación de los niños sordomudos que a partir del Renacimiento se hacían en los centros religiosos dedicados a los niños sordomudos, tanto en París como en Berlín y que era la única solución que se les podía ofrecer a estos niños (9).

1.1.11. La llegada del endoscopio

Maximilian Carl Friedrich Nitze (1848-1906), en 1879, utilizó un sistema de lentes con iluminación distal incandescente en la punta del instrumento, pero como quemaba se tenía que enfriar en agua fría constantemente. Se aplicaron a la exploración en el campo de la urología, ginecología y en la propia otorrinolaringología (Fig.27).

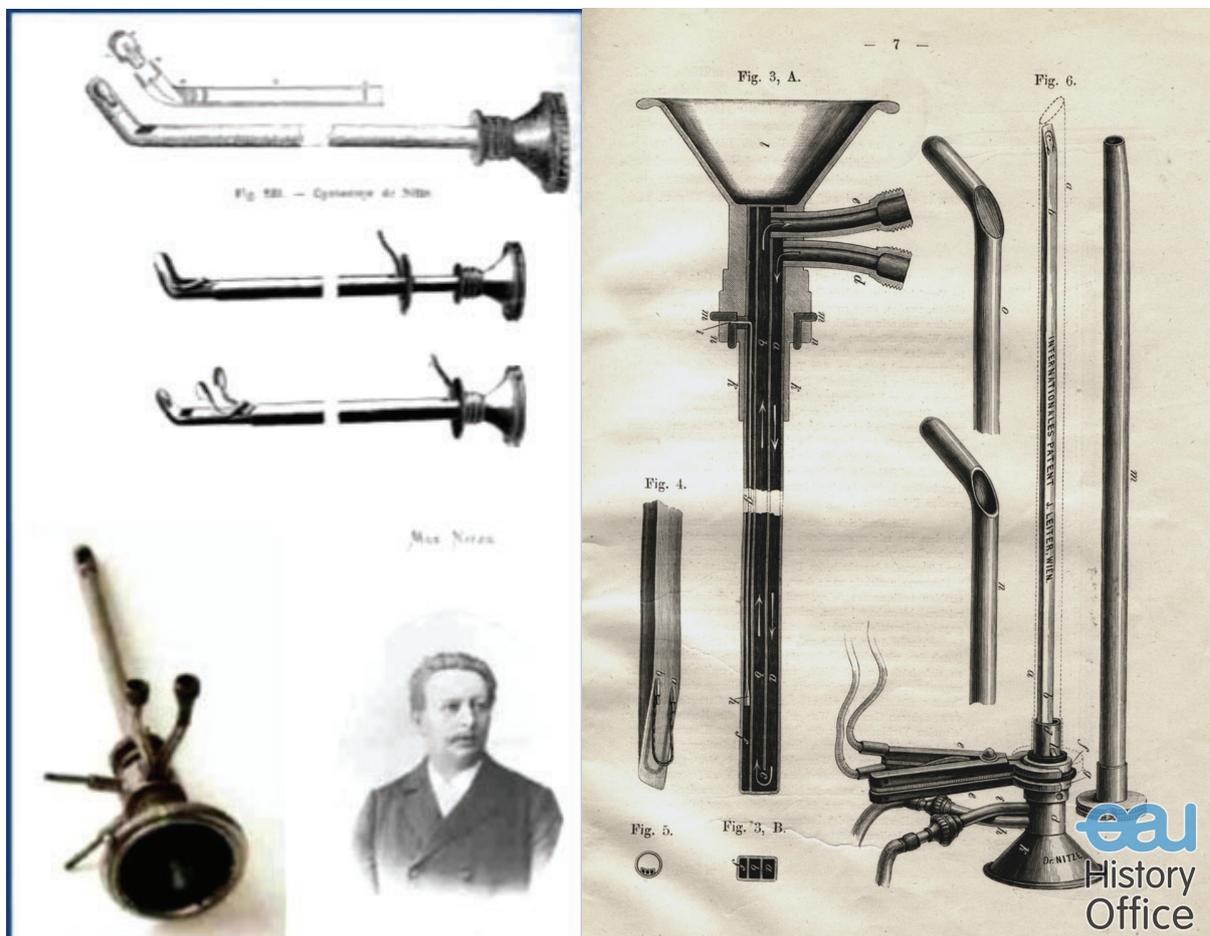


Fig.27: Endoscopios de Nitze y fotografía del autor:

<https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-de-la-cirugia-endoscopia>

La llegada de la lámpara de incandescencia de Thomas Edison (1824-1914), en 1879 revolucionó el sistema de Nitze en 1887, insertando una lamparilla en la punta del endoscopio. Se usaba para la exploración de las trompas de Eustaquio y fosas nasales. El modelo que presentamos (Fig. 28) corresponde a un equipo utilizado en Clínica Clarós en los años 60 para la exploración de la nasofaringe y de los rodetes tubáricos. El gran inconveniente que tenía era que la iluminación de su parte distal se calentaba por la bombilla que poseía y quemaba produciendo molestias en la mucosa retronasal.



Fig.28.Salpingoscopio eléctrico Wolf con bombilla de ignición. Berlín 1960.
Propiedad de Clínica Clarós (Barcelona).

El verdadero genio e impulsor de la endoscopia fue Harold Hopkins (1918-1995) un físico y matemático inglés, que desarrolló un sistema de exploración con zoom y lentes telescópicas que permitieron el examen endoscópico tal como hoy conocemos.

1.1.12. La fonocirugía

En 1968, Oskar Kleinsasser (1929-2001), utilizó el microscopio operatorio a la laringoscopia directa para el tratamiento quirúrgico de las enfermedades de la laringe, con lo que nació la fonocirugía funcional. Pero la verdadera revolución fue la técnica de la liberación de la mucosa introducida por la escuela de Lion, en 1992, de Marc Bouchayer (1911-1989) y de Guy Cornut (3).

El endoscopio flexible (Laringofibroscopio) con canal operativo permite realizar muchas intervenciones sobre la laringe y con el paciente despierto, con la ayuda de un anestésico de contacto.

Hoy, el tratamiento no quirúrgico de la voz, de la articulación de la palabra y del lenguaje por causas orgánicas o emocionales viene gestionado por el logopeda, el maestro de canto, el maestro de dicción o los educadores.

1.1.13. Las teorías de la producción de la voz

Las investigaciones de Müller, a las que nos hemos referido en un capítulo previo, cuando describió y utilizó el *Compresorium* dieron lugar a la teoría mioelástica de la fonación, completada y difundida por Janwillem van den Berg (1920-1985) en 1958.

A pesar de basarse en rigurosos estudios y de ser extremadamente convincente, la teoría de Müller no fue admitida del todo por sus coetáneos y durante el siglo XIX persistió la idea que establecía una comparación entre la laringe y un instrumento de viento de diversos tipos. Los procedimientos de experimentación de los siglos XVI y XIX se realizaron con laringes de cadáveres y laringes artificiales (10).

Las bases de estas teorías siguen siendo plenamente vigentes y han permitido el desarrollo de la teoría muco-ondulatoria, enunciada por Jorge Perelló (1918-1999) en 1962 para explicar el comportamiento «vibrador-ondulatorio» de las cuerdas vocales y completar el conocimiento de la fisiología de la fonación, con la teoría y el concepto complejo-cuerpo-cobertura propuesto por Minoru Hirano (1932-2017) en 1975 (11).

1.2. La respiración en la fonación

Para la buena emisión de la voz es necesario que todo este complejo que hemos indicado que interviene en su producción, funcione perfectamente, adaptado a la misión que ha de cumplir. Y así no basta que el fuelle respiratorio cumpla su función respiratoria, sino que ha de acondicionarse para la mejor emisión de la voz.

El sonido, tanto en la palabra hablada como en el canto, requiere que la inspiración no sea forzada y que la expiración sea muy bien graduada, ya que de ello depende el sostenimiento, sin fatiga, de la voz y la vibración, adecuada, de las cuerdas vocales (12).

La expiración depende principalmente de una buena elasticidad pulmonar; por eso, el paciente enfisematoso es un mal cantante porque no tiene lo que llamamos fiato.

La respiración en el canto debe ser costo-abdominal, sin preponderancia torácica, haciendo que el diafragma contribuya a sostener la expiración. Debe graduarse exactamente el aire expulsado, variable según la contracción de las cuerdas; de ese modo se gasta sólo el necesario y no hay aire parásito que enmascara la brillantez del sonido emitido. En los alumnos de canto suele notarse el aire parásito como un soplo añadido a la voz emitida por no graduar bien la expiración, al no adaptar correctamente la presión subglótica necesaria con la expiración a la contracción de las cuerdas vocales para el sonido que han de emitir. Esto se corrige con el estudio de la técnica vocal; por eso, en los profesionales del canto no suele observarse el aire parásito.

1.2.1. La vibración de las cuerdas vocales.

La laringe tiene una doble función: la esfinteriana y la fonatoria. Esta última se produce por el acercamiento de las cuerdas vocales por su borde libre (acción de los músculos cricoaritenoides laterales e interaritenoides), y por la tensión de dichas cuerdas (acción del cricotiroideo y tiroaritenideo) (12).

En estas condiciones de acercamiento y tensión de las cuerdas vocales, la acción del fuelle pulmonar y de su corriente de aire determina la producción de ondas sonoras por la vibración de las cuerdas. Sin embargo, la vibración de las cuerdas se efectúa en un plano horizontal, con un pequeño componente vertical. Este hecho, demostrado, ha planteado un problema con respecto a la vibración de las cuerdas vocales, dando lugar a las siguientes teorías:

- **Teoría mioelástica.** Es esencialmente mecánica y periférica. La columna de aire espiratoria provoca una presión sobre la cara inferior de las cuerdas, colocadas en la posición que hemos indicado, llamada fonatoria, presión más o menos intensa, según las necesidades físicas. El cierre del esfínter glótico parece oponerse al paso del aire, pero cuando la presión subglótica vence a la tensión de las cuerdas, se produce el paso del aire a través de la glotis. Entonces, una fuerza elástica, originada como reacción del músculo a la deformación, y una ligera disminución de la presión subglótica, tienden a llevar a la cuerda a su posición primitiva. La repetición de este fenómeno provocaría la vibración de la mucosa de las cuerdas vocales y, por tanto, la formación de las ondas sonoras. Sería la laringe considerada como un instrumento de lengüeta (12).

- **Teoría neurocronáxica.** La vibración de la cuerda vocal se debería a influjos nerviosos que, partiendo de distintos sectores del sistema nervioso central, a través del nervio recurrente, se provocarían la vibración o movimientos de las cuerdas. La transmisión de impulsos eléctricos a frecuencias tan rápidas, como las que requiere la voz humana a través del nervio recurrente, sólo puede explicarse por un fenómeno semejante al que sostienen Steward y Davis para la acción del nervio auditivo.

En los tonos agudos, tales como ocurre en el canto, el estímulo procedería de la corteza; en los graves, como ocurre generalmente en la voz hablada, el estímulo se originaría en el tálamo; en ciertos estados, como bajo los efectos de la anestesia general, el estímulo sería de origen bulbar. Estas contracciones de origen central se efectuarían independientemente de la contracción esfinteriana, que mantiene las cuerdas en aducción, y provocarían la abertura y cierre mínimos de la laringe para cada impulso. Como una contracción tan rápida y continuada de los músculos hace

pensar que les llevaría rápidamente a la fatiga, hay que suponer que no se contraen juntas todas las fibras musculares en cada estímulo eléctrico (12).

- **Teoría ecléctica.** Vallancien, después de estudiar ambas teorías llega a la conclusión de que ninguna de las dos anteriores, por sí solas, es aceptable y por tanto es necesario admitir, junto al control nervioso neurorrítmico, la acción de la columna de aire y de la contracción muscular, porque los estímulos por sí solos son incapaces de mantener las vibraciones si no existiera la corriente del flujo de aire.

Por lo que se refiere al órgano vibratorio o fonatorio propiamente dicho, la laringe, hay que tener en cuenta que no son solamente los músculos de las cuerdas vocales los que se contraen durante la emisión de la voz, sino, también, todos los demás músculos intrínsecos y extrínsecos de la laringe, para fijar las cuerdas vocales sin que éstas puedan sufrir alargamiento alguno (13).

Las diferentes notas son producidas por acción del músculo de la cuerda vocal que obra como un constrictor, y según el grado de contracción y forma que adquiere ésta se produce un sonido grave o agudo. El tiempo medio de aproximación de las cuerdas es mayor en la voz grave, menor en la aguda y muy corto en la voz de *falsete*.

En ciertos individuos, las cuerdas, no llegan a juntarse íntimamente, ya que no es indispensable ésta completa aproximación para la emisión del sonido; basta con que las cuerdas presenten una cierta resistencia al paso del aire. Sin embargo, en la voz del *falsete*, si no es completa la oclusión, la claridad del sonido está disminuida. Por otra parte, la contracción simultánea de todos los músculos intrínsecos y extrínsecos de la laringe en el acto fonatorio, contribuye al propio tiempo a dar a este órgano la posición adecuada, diferente en los agudos y en los graves, en su calidad de resonador propio y de conjunto con los resonadores supralaríngeos (14).

1.2.2. Los resonadores que intervienen en la voz

En la formación del sonido existen dos tiempos. El primero, sonido fundamental o ataque del sonido, que puede ser dulce o fuerte y se produce en la glotis; el segundo, que es su resonancia, que se forma en las cavidades supralaríngeas o supraglóticas.

La resonancia se verifica principalmente en el llamado espacio de Purkinje, formado abajo, por la porción supraglótica de la laringe, y arriba por la orofaringe, cerrada encima por el velo del paladar, detrás por la pared posterior de la faringe y delante por la lengua. Como esta cavidad puede ser muy variable en su capacidad y forma, de su buen acomodamiento depende mucho el color del sonido.

Para que la emisión vocal sea óptima es necesario que la cavidad de resonancia se adapte al armónico más bajo del sonido fundamental, es decir, del tono emitido por las cuerdas vocales. Esto es posible siempre que las cavidades de resonancia sean capaces de modificar sus dimensiones por el juego muscular. A un tono más grave le corresponde una cavidad de resonancia mayor y a un tono más agudo, una cavidad de resonancia menor. De aquí la importancia de la movilidad laríngea, que al elevarse achica la cavidad de resonancia.

La elevación de la laringe hace el espacio supralaríngeo más pequeño y entonces este espacio resonador permite, sobre todo, el refuerzo de los armónicos agudos; la voz es clara, estridente. Cuando la laringe desciende, es decir, la laringe baja, se produce lo contrario. En general, parece mejor para los sonidos bajos o grave, que la laringe este baja y para los altos o agudos que la laringe este colocada alta, si bien hay casos en que lo contrario es patente; pero téngase siempre presente que la posición alta o baja de la laringe no tiene influencia sobre la altura del sonido, sino sobre el timbre, por su acción sobre los resonadores al inclinarse la laringe sobre la faringe. Lo solemos ver cuando exploramos un cantante clasificado como tenor o un bajo o barítono.

En el canto, cuando no se obtiene bien el timbre de la voz que se busca en un cantante, puede estudiarse detenidamente la posición de su laringe hasta lograr encontrarlo.

La voz bella de color, de calidad, depende mucho de la buena concordancia entre la emisión del sonido y la acomodación de su resonancia, lo que puede conseguirse, según acabamos de indicar, con el estudio.

La lengua es uno de los órganos que desempeñan uno de los papeles más importantes en la disposición y tamaño del complejo que forma las cavidades de resonancia; por eso, se le da tanta importancia en el timbre de la voz, hasta el punto de ser llamado por algunos profesores de canto *el timón del canto*, lo que es debido a su enorme movilidad que obedece mejor a la voluntad, y por eso su relación con los demás órganos de la resonancia consigue también la regulación parcial de la posición del velo del paladar y de la laringe. Pero, en definitiva, son todas las cavidades supraglóticas las que deben acomodarse y acordarse para una mejor resonancia.

El alejamiento del velo del paladar no estorba la emisión de las notas graves, pero sí de las agudas. Pasada cierta altura, obstruye la comunicación con la nasofaringe y ya no es posible nasalizar una nota.

La abertura de la boca no es necesaria, en absoluto, para la emisión del canto, ni siquiera de la palabra. Los ventrílocuos lo demuestran realizando sus voces por acomodaciones de la lengua y el velo. Se comprende por esto que el movimiento de los labios y la abertura de la boca no es indispensable exagerarlos para cantar y cada artista puede adaptarlos a su manera de cantar. Algunos maestros aconsejan echar hacia atrás las comisuras labiales, lo que produce la llamada fauces de pescado, fea e innecesaria (15).

De todo lo que se ha comentado, se desprende que en la formación de la voz humana es de capital importancia el buen funcionamiento de todo el aparato fonador en su conjunto. La alteración de cualquiera de sus partes puede producir una alteración en la emisión de la voz. Por eso, la educación y el embellecimiento de la voz, en que tanto puede influir el estudio, exigen conocimientos de orden científico de todo el aparato fonador, unidos al control del rendimiento acústico que debe tener presente siempre el educador.

1.2.3. La actividad nerviosa en la emisión del sonido y su regulación

La laringe cumple sus funciones fundamentales, respiratoria, fonatoria y defensiva del árbol respiratorio, gracias a su exquisita sensibilidad, al movimiento de abertura y cierre de la glotis, por la movilidad de las articulaciones cricoaritenoideas y a la tensión y a los finos movimientos vibratorios de las cuerdas vocales. En suma, la movilidad y sensibilidad laríngeas son de una perfección extraordinaria y supone su normal existencia un delicado y complejo aparato nervioso senso-motor, en el que podemos apreciar:

- Centros corticales de la corteza cerebral, en la zona motora, que controlarían las vibraciones vocales más finas.
- Centros corticales en la zona pre-motora y otras áreas extrapiramidales, bajo cuya dirección tendrían lugar los movimientos vocales más groseros.
- Centros subcorticales y cerebelosos, influyendo los primero centros en los innumerables matices que a la voz prestan los estados emocionales, híper e hipofuncionales y estados patológicos diversos, y los segundos en el tono y postura de la musculatura laríngea, pudiendo estos últimos suplir, en ciertas circunstancias, a los centros de la corteza cerebral.
- Centros bulbares, fundamentalmente reflejos, tan importantes en la respiración.
- Vías periféricas, con sus nervios laríngeo superior e inferior, sensitivo-motores ambos, pero con un predominio sensitivo el primero y motor el segundo.
- Vías centrales que unen los distintos centros que hemos señalado.

En la sensibilidad laríngea también encontramos todo este complicado camino desde la mucosa, los nervios periféricos, principalmente el laríngeo superior, los centros bulbares, las vías bulbo-talámicas y bulbo-cerebelosas y las que unen estos centros a la zona cortical cerebral retro y postrolándica.

A esta rica y complicada inervación se suma todavía el sistema nervioso vegetativo simpático y para-simpático, para reforzar la acción sensitiva del laríngeo superior y sumar a esto otras acciones claramente especificadas, tales como la vasomotora y

secretora, y otras todavía en vías de especulación, tales como son: la del tono y la de los movimientos de los músculos de fibra estriada (12).

Centros corticales. La localización exacta del centro cortical de los movimientos de la laringe en el perro se debe a los estudios de Wilhelm Krause (1833-1910), en 1883, que la fija en la porción descendente del girus prefrontalis o girus pre-crucialis de Oweo. La excitación de esta zona produciría, para Krause, siempre la aducción de ambas cuerdas vocales.

Después de las investigaciones de este autor y de las de Mansini, Semón y Katzenstein, quedó definitivamente aceptado que cada hemilaringe tiene una representación cerebral doble, en la zona señalada por Krause, pero que una débil excitación, y mediante una cuidadosa demarcación cortical, puede lograr el movimiento de una sola mitad de la laringe.

Jacob Katzenstein (1864-1921) encontró otro centro motor situado en la segunda circunvolución frontal, cuya excitación no daba lugar siempre a movimientos de aducción de las cuerdas, lo que llevo al citado autor a cambiar el nombre del centro descubierto por Krause, conocido por todos como centro fonatorio, y llamó a esta zona centro de los movimientos de la laringe (11).

Katzenstein demostró en todos los animales la existencia en esta zona, de dos centros antagónicos: uno cuya excitación produce aducción de las cuerdas y otro cuyo estímulo determina la abducción de ellas, es decir, centros fonatorio y respiratorio.

Aunque la destrucción de la zona cortical motora de la laringe, en un lado, no produce parálisis de las cuerdas, su eliminación se refleja en la estética y en los movimientos del órgano vocal.

La cuerda vocal del lado contrario aparece situada en un plano más profundo que la otra y vacila en los movimientos de abducción. Al contacto con el estilete en la laringe se provocan golpes de tos, con movimientos de abducción y aducción de las cuerdas, pero la tos es más suave y sus golpes están separados por intervalos de tiempos más

los, cuando tocamos en el lado opuesto a la destrucción cortical, que cuando se realiza el contacto en la hemilaringe del mismo lado, la cuerda del lado contrario al de la lesión, realiza los movimientos de abducción y aducción que acompañan a las quintas de tos en varias etapas, como por sacudidas. En cambio la otra cuerda ejecuta los movimientos indicados de un solo tirón (15).

Lo más llamativo en estas destrucciones son las alteraciones motoras siempre del lado contrario a la lesión, pero, como hemos visto, existen variaciones de la excitabilidad de la mucosa también de tipo heterolateral.

La destrucción bilateral de los centros corticales en el perro lleva consigo la supresión del ladrido en los primeros meses, pero los movimientos reflejos más importantes, como los respiratorios, no sufren alteración alguna. En cambio, la descerebración no determina esta supresión de la voz y el animal continúa ladrando; parece como si en este caso se pusieran en juego inmediatamente los centros motores subcorticales, que tan perezosos se muestran en la simple destrucción bilateral de las zonas motoras corticales de la laringe (14).

Los centros corticales de la laringe, en lo que a sus movimientos respecta, se encuentran en la parte más baja de las zonas motoras, al pie de la tercera circunvolución frontal. Los centros corticales de la sensibilidad laríngea se encuentran por detrás de la cisura de Rolando, en la circunvalación parietal ascendente, enfrente de los centros motores.

Existe la posibilidad, según unos, y la seguridad, según otros, de que una lesión cortical produzca, no una parálisis neta de la cuerda vocal del lado contrario, sino alteraciones de la motilidad y de la sensibilidad, que hay que buscarlas cuidadosamente en la investigación clínica. Pero lo que es necesario recoger siempre son las manifestaciones motoras y sensitivas más discretas en los enfermos que suponemos con lesiones corticales que pueden afectar a la zona de Krause, y sobre todo en aquellos que han de sufrir después una intervención quirúrgica.

Las investigaciones de Graeffner en doscientos pacientes hemipléjicos demostraron que en el 39 por 100 de ellos existía un trastorno en la abducción de las cuerdas y disminución de la sensibilidad y la excitación refleja (11).

Centros subcorticales o diencefálicos

Onodi señaló la existencia y en los tubérculos cuadrigéminos posteriores de un centro vocal subcortical en el perro. Este hallazgo de Onodi no ha podido ser confirmado todavía por ningún otro investigador. Sin embargo, su existencia parece indudable por su acción sobre la fonación y la respiración, como antes señalábamos, y por la influencia que los estados emocionales y algunos estados patológicos relacionados con el diencefalo tienen en los caracteres de la voz (16).

Debe pensarse por ello que los centros diencefálicos intervienen, no en los movimientos groseros de la laringe, sino en los finos y delicados de la vibración de las cuerdas, imprimiéndoles cambios bien conocidos, que sólo pueden explicarse considerando la influencia que sobre la vibración tienen el tálamo, los cuerpos estriados y el diencefalo (14).

Centros cerebelosos

Los resultados obtenidos por Goltz y Rothmann, con la supresión del cerebro en el perro sobre la fonación, indujeron a Katzenstein y Rothmann a pensar que indudablemente existen en este animal otros centros fonatorios subcorticales, independientemente de los bulbares, y esto fue la base para el hallazgo por estos autores de los centros fonatorios del cerebelo (11).

La localización de los centros motores se encuentra en la zona cortical de la cara inferior del lóbulo anterior del cerebelo, a ambos lados de la línea media, y su acción es bilateral con predominio homolateral. Tanto la excitación como la destrucción de esta zona, acarrear alteraciones en el tono y en la motilidad de las cuerdas, que se traduce por cierre poco enérgico de la glotis, temblor o sacudidas de las cuerdas y dificultad para la abducción (14).

La representación sensorial de la laringe en el cerebelo, puesta en evidencia por las investigaciones de Lam y Ogura, no puede sorprender después de los estudios de Snider, que muestran extensas, aunque delimitadas, zonas de la corteza cerebelosa en el gato y en el mono, que están dedicadas a funciones aferentes (11).

Dow y Adrián han señalado por medio de la estimulación nerviosa periférica proyecciones sensoriales hacia el cerebelo. El significado exacto de la representación sensitiva de la laringe en el cerebelo no está definitivamente aclarado. Probablemente participe en un nivel subconsciente en la integración y coordinación de los reflejos fundamentales de la laringe (12).

Centros bulbares. No cabe duda, después de las investigaciones de Semon y Horsley, concordantes con las de Dubois-Reymond y Katzenstein, que los movimientos de las cuerdas vocales están regulados por el bulbo a través de unos centros, uno abductor y otro aductor, independientes, pero situados muy próximos el uno del otro y algo más externo el centro abductor (14).

El núcleo ambiguo representa un centro motor bulbar de la laringe: su parte superior inerva la musculatura estriada de la faringe y del esófago, y el músculo cricotiroideo su parte media, el velo del paladar; su parte inferior, la musculatura estriada de la laringe, cuya actividad depende del recurrente.

Vías cortico-bulbares. Todos los centros de que hemos hablado se encuentran unidos por una serie de vías nerviosas. Éstas, partiendo de las células de la corteza cerebral, marchan a través de la corona radiata, la cápsula interna y la zona de los tubérculos cuadrigéminos hasta la médula oblongada (12).

Semon y Horsley sitúan el trayecto de las fibras abductoras en el brazo anterior y la rodilla de la cápsula interna y el de las aductoras en la rodilla e inmediatamente por detrás. Bevor cree que, en efecto, las fibras abductoras se encuentran por delante de las aductoras, pero ambas en el brazo posterior de la cápsula interna. De ella, las fibras laríngeas pasan a la parte más interna del pie del pedúnculo cerebral (fascículo geniculado), después a la protuberancia, donde se entrecruzan, al menos parcialmente, con las del lado opuesto, y vienen a terminar en los núcleos bulbares (13)

Está plenamente demostrado en los animales que cada uno de los centros corticales está ligado por medio de fibras de asociación con los centros bulbares del lado opuesto. En el hombre es posible que el número de fibras bilaterales o comisurales se

encuentre relativamente aumentado, pues si bien desde el punto de vista respiratorio la laringe humana es equivalente a la de los animales, no existe esa equivalencia en la función fonatoria, por lo que el número de enlaces con los centros de asociación debe ser mayor (14).

Las vías aferentes que partiendo de los núcleos sensitivos bulbares del vago van al tálamo y a la corteza cerebral, no están bien determinadas. Allen cree que existen para ello fibras directas y fibras cruzadas que ascienden por la parte posterior de la formación reticular y se unen probablemente al lemnisco interno (12).

Las relaciones de los núcleos bulbares con el cerebelo son sensitivas y motrices. El fascículo cerebeloso directo recibe fibras de los núcleos dorsal sensitivo y ventral sensitivo o del fascículo solitario y van a terminar estas fibras en el lóbulo anterior del Vermes. Todos los músculos estriados, y con ellos los de la laringe, están sometidos a la influencia del neo cerebelo con representación bilateral y predominio homolateral. Controla así la actividad del centro cortico-cerebral fonatorio, al que está unido por el núcleo rojo y el tálamo, mediante las fibras extrapiramidales. Las vías cortico-estri-pálido-rubro-bulbares y las cortico-ponto-cerebelo-rubro-talámicas gobiernan la coordinación de los movimientos vocales (11).

Bressier cree que los centros automáticos del cerebelo están provistos de una doble vía motriz y sensitiva con predominio homolateral (14).

Nervios periféricos. Se denomina neumoespinal a la unión del clásico neumogástrico con la raíz interna o bulbar del viejo espinal, unión que tal vez por economía de trayecto (Cajal) no se hizo, como parece lógico, en el interior del cráneo. Este nervio mixto, así constituido, va a proporcionar a la laringe toda su inervación, motora y sensitiva, mediante dos de sus ramas: el laríngeo superior y el inferior o recurrente. El primero es fundamentalmente sensitivo, pero tiene dos filetes motores: uno para el músculo cricotiroideo, y otro, señalado por Luschka, que partiendo del ramo interno del laríngeo superior viene a terminar en el músculo interaritenideo (16). Vogel, entre otros autores, ha confirmado este importante hallazgo de Luschka (12).

El laríngeo inferior o recurrente es fundamentalmente motor y proporciona inervación a todos los músculos de la laringe, salvo el cricotiroideo; pero la existencia de fibras centrípetas, sensitivas, en el laríngeo inferior, admitido por muchos autores, aunque negado por otros, parece ser que puede aportar un suplemento de inervación sensitiva a la laringe. La división del tronco de los nervios laríngeo superior y del inferior, variable en este último según los sujetos, tiene una gran importancia, así como también sus relaciones, desde el punto de vista patológico, pero no en lo que a la voz cantada se refiere (14).

1.2.4. La inervación vegetativa de la laringe

La inervación vegetativa de la laringe es muy rica. Las fibras llegan a la laringe por los nervios laríngeos superior e inferior y acompañando a los vasos nutricios de la laringe. Existen tres plexos periarteriales importantes: el de la arteria laríngea superior (el más importante); el de la laríngea inferior, y el de la laríngea posterior (15).

Las fibras simpáticas proceden principalmente del ganglio cervical superior. Las parasimpáticas del núcleo dorsal del vago. Estas fibras tienen, indudablemente, una actividad vasomotora, ya sea vasoconstrictora (sistema simpático), o vasodilatadora (sistema parasimpático). Las experiencias de Schultz demuestran que en el nervio laríngeo superior predominan las fibras vasodilatadoras y en el nervio laríngeo inferior las fibras vasoconstrictoras (15).

Parece indudable el papel que el sistema vegetativo desempeña en el tono de los músculos laríngeos. Según las investigaciones de De Boer, Boeke y Grant, las fibrillas del sistema nervioso autónomo penetran en el sarcoplasma de las estrías transversales de los músculos y su misión parece ser la de mantener garantizado el tono muscular (15).

Aunque Onodi observó una gran aducción de las cuerdas vocales por excitación farádica de los dos cordones simpáticos, entre el ganglio cervical superior y el inferior, esto no fue confirmado por otros autores (entre ellos Gorssman y Schultz). Ha sido demostrado por Elischer la influencia del sistema vegetativo en el crecimiento de los cartílagos de la laringe y en el de las cuerdas vocales (15).

Son innumerables los trabajos sobre los vasomotores de la laringe, rechazados la mayoría de ellos con la preocupación de resolver, en la tuberculosis laríngea, en la era pre-antibiótica, los angustiosos problemas del dolor y de la cicatrización de las úlceras tórpidas, siguiendo los conocidos estudios de Leriche y Fontaine (13).

1.2.5. El control auditivo de la voz

Condición fundamental para el control de la voz es la buena audición. Ya se ha comentado que las vibraciones de las cuerdas vocales en el canto están vinculadas a la actividad rítmica de las células motrices corticales del sistema para-piramidal o área de Brodman, que están relacionadas a su vez con los centros corticales de la audición. Para Husson y Garde existiría un verdadero reflejo cocleo-recurrential que aumentaría el tono de los músculos laríngeos y por las relaciones de asociación con músculos bulbares, el tono de la musculatura espiratoria y de los músculos perilaríngeos (14).

1.2.6. La función de las glándulas de secreción interna

Sobre las condiciones de la voz influyen poderosamente algunos factores que pueden clasificarse en: constitucionales, fisiológicos y psíquicos. Las glándulas de secreción interna no sólo influyen en los cambios de la característica de la voz, según el sexo, sino que tienen una gran influencia en el tono y en la excitabilidad del esfínter laríngeo, en la fatiga muscular y en las variaciones del medio interno, sobre todo en la fijación y eliminación de sustancias como el Ca^{2+} y el K^+ , que tanto influyen en la excitabilidad de las células nerviosas (16).

Voces según su carácter sexual

Marañón hace una clasificación de las voces por su relación con la constitución individual y la fórmula endocrina, que resumiéndola se divide en: voz hipoplásica, que es la voz infantil; voz femenina, que son las voces de soprano bajo y soprano dramática; voces intersexuales, que son las de contralto y tenor; y voces masculinas, las de barítono y bajo (15).

Tienen importancia primordial los caracteres biotipológicos en la clasificación de las voces. Así, el *bajo* suele ser bajo de estatura, con cuello corto y pecho ancho; el *barítono*, de talla media, cuello largo y pecho fuerte; y el *tenor*, más bien logilíneo. La *soprano dramática*, mujer robusta, cuello largo y fuerte, líneas armoniosas; la tiple ligera, más delgada, con cuello largo y delgado; mientras que la *contralto* suele ser mujer fuerte y musculosa.

Dentro del mismo órgano fonador, la longitud de las cuerdas suele ser proporcionalmente mayor en los bajos y los contraltos que en las triples y tenores.

Las voces más bellas de soprano suelen coincidir con la existencia de ventrículos de Morgagni bien abiertos y cuerdas vocales bien visibles en la cavidad laríngea. Un desarrollo marcado de las bandas ventriculares suele ser condición desfavorable a la cavidad de la voz (16).

Por lo que respecta a los factores fisiológicos, la edad es un factor interesante por su acción sobre las condiciones de la voz. Esta pierde condiciones al avanzar la edad, sobre todo para las voces agudas.

En general, los contraltos, los barítonos y los bajos conservan su voz mucho más tiempo que las triples y los tenores. Dentro de estos últimos, los tenores dramáticos más que los líricos, y entre las sopranos, la soprano dramática más que la tiple ligera (estos conceptos serán ampliados en capítulos posteriores).

En la infancia, la voz es más aguda que en la edad adulta. El cambio en la tonalidad de la voz es mucho más notable en el niño que en la niña en la época de la pubertad. Este cambio, llamado muda de la voz, se verifica en el niño de los once a los catorce años, bajando una octava la altura de la voz. Las cuerdas se alargan un tercio de su longitud, o sea, un centímetro (véase el capítulo 4.1, en el que se consideran los factores predictivos del momento de la muda de la voz).

En las niñas, el cambio es mucho menos notable, bajando solamente la altura de su voz un tercio de la octava, y el alargamiento de las cuerdas es mínimo. En cuanto a las dimensiones totales de la laringe pasa lo mismo. Durante este período, dados los

cambios profundos de la voz y de la morfología de la laringe, el canto y el solfeo deben proscribirse o al menos contralarlo con los profesores de voz.

Como se ha indicado, el sexo tiene una influencia notoria sobre los caracteres de la voz, teniendo la voz de mujer una diferencia de una octava más alta que la del hombre.

Ya se ha comentado, por lo que respecta a la época de la muda, la gran diferencia que existe entre la mujer y el hombre, siendo mucho menos notable en la primera que en el segundo.

Por lo que respecta a la mujer, en el período menstrual se presentan con frecuencia trastornos en la voz. Eso lo saben bien las cantantes y procuran no cantar en esos días. No es raro que en sus contratos suelen reservarse unos días de descanso con este fin. Hoy los teatros consideran esta semana delicada de la ovulación para poder cambiar las fechas de las audiciones musicales. De todos modos, como veremos en los capítulos que tratamos de las hormonas y la voz, tanto en el embarazo, menopausia, ciclo menstrual y anticonceptivos, está demostrado sus efectos sobre la producción de la voz.

También el factor psicológico es muy importante por lo que se refiere a las condiciones de la voz. La memoria musical y lo que se llama tener oído influyen notoriamente sobre la melodía y el ritmo con que se emite la voz; melodía y ritmo que traducen la expresión intencional en el lenguaje. Todo lo cual, unido a la inteligencia y emoción, la modifican y educan para lograr de la misma su máximo embellecimiento.

1.3. La voz y la ópera. Aspectos médico-artísticos

Durante el desarrollo de nuestra carrera profesional como médico Otorrinolaringólogo hemos tenido ocasión de tratar a muchos cantantes de ópera y hemos podido comprender algunos misterios de la voz que nos han ayudado a solucionar muchas de sus patologías. Sin embargo, aún hay hoy, para nosotros, algunos enigmas difíciles de entender sobre el "arte de cantar".

1.3.1. La voz profesional

La voz es un sonido complejo producido en la laringe mediante vibraciones de las cuerdas vocales, que interrumpen el flujo de aire de los pulmones, y que se amplifica por resonancia en el tracto vocal, dando lugar a los formantes (armónicos) (Fig. 29).

La voz humana se forma a partir de una frecuencia fundamental, a la que llamaremos (F0), que es la frecuencia de vibración de las cuerdas vocales. A este sonido se le añaden, además, un gran número de armónicos o sobre-tonos, producidos por los resonadores (20).

Del mismo modo que las huellas dactilares sirven para identificarla identidad de un hombre, la voz, aunque efímera, pues *no tiene pasado ni futuro, sino sólo presente*, le imprime su personalidad y revela su estado emocional.

La ópera la podemos considerar como una alquimia, es decir, una combinación de la voz humana y la orquesta, o, mejor dicho, es la interacción entre los instrumentos musicales, la voz y la audiencia.

1.3.2. El tracto vocal

La laringe es, pues, la fuente vibratoria, pero la vibración producida se modifica, además, con las cavidades de resonancia. El hombre tiene la capacidad de producir las palabras combinando diferentes fonemas con musicalidad y ritmos específicos. Los fonemas son las unidades acústicas de una palabra, mientras que las sílabas son unidades lingüísticas.

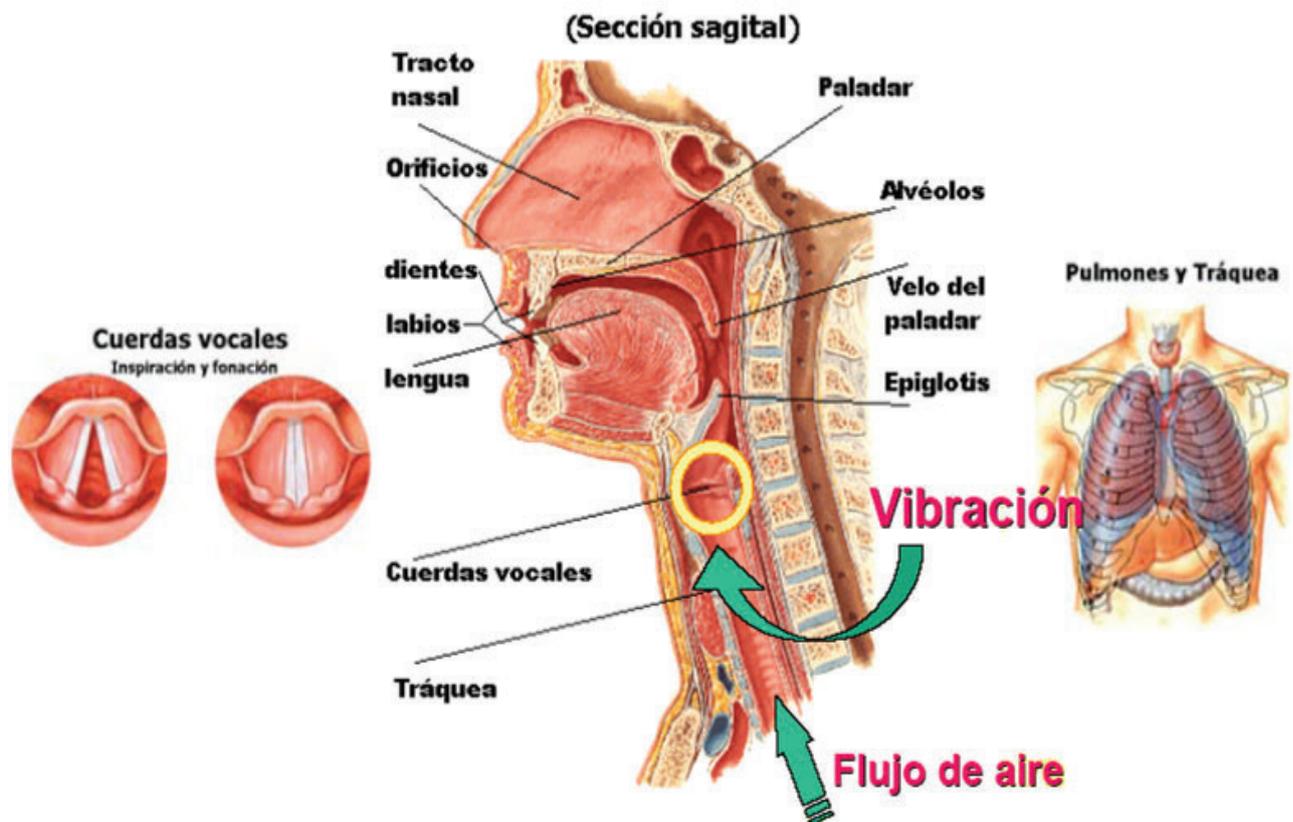


Fig. 29. El tracto vocal. Clarós P. "La veu i l'òpera. Visió del metge ORL". Revista de la Reial Acadèmia de Medicina de Catalunya. Abril-Junio 2015; 30 (2):47-51

En nuestro idioma, disponemos de miles de palabras: sin embargo, no tenemos la capacidad de articular tantos movimientos con nuestra boca. Ésta, se ve limitada a realizar 40 posiciones bucofaríngeas diferentes pero, combinándolas, somos capaces de producir todas las palabras. Nuestros 40 fonemas corresponden a 40 mímicas distintas y cada una de ellas produce una vibración específica de las cuerdas vocales.

1.3.3. La laringe como instrumento musical

La laringe humana es, pues, a la vez, un instrumento musical de viento y de cuerda, con excelentes resonadores. Es el único instrumento musical que combina cuerda y viento a la vez y puede emitir palabras y melodías.

Del mismo modo que el músico tiene que aprender a sujetar el instrumento, el cantante tiene que hacerlo con su propio cuerpo y adoptar la postura correcta (Fig. 30).

- La laringe es un instrumento musical de cuerda y viento.

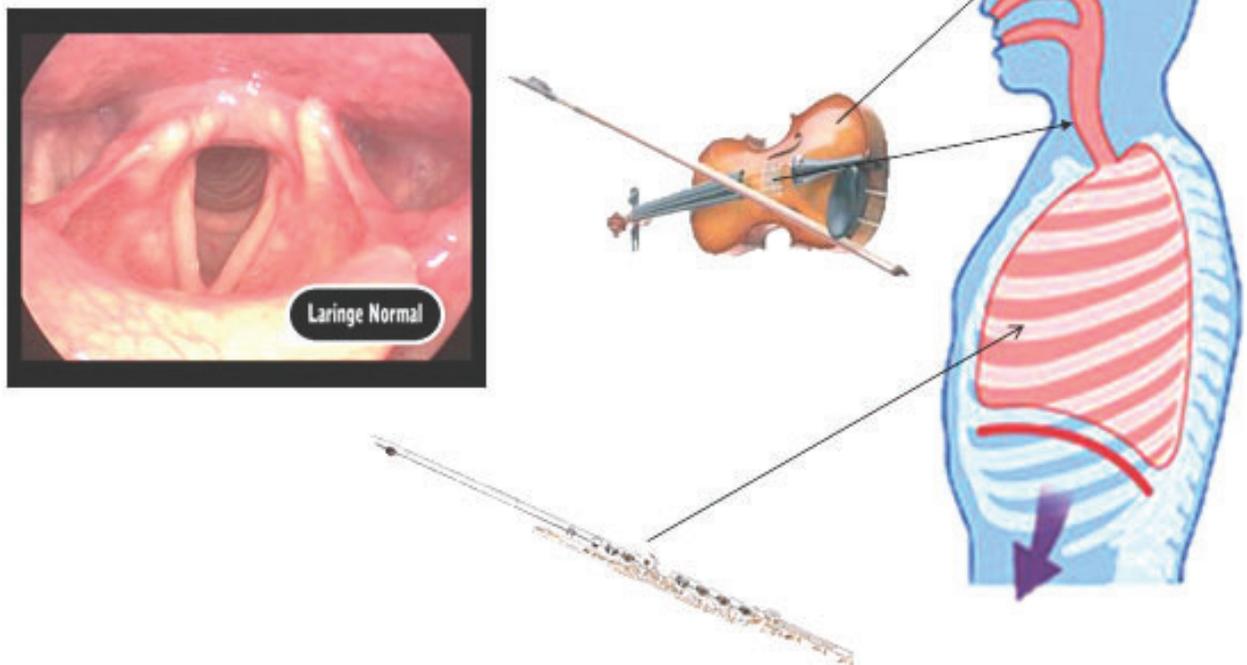


Fig. 30: La laringe como instrumento. Clarós P. "La veu i l' òpera. Visió del metge ORL". Revista de la Reial Acadèmia de Medicina de Catalunya. Abril-Junio 2015; 30 (2):47-51

1.3.4. Funcionamiento de las cuerdas vocales

Según la velocidad de vibración de las cuerdas, varían los sonidos. A menor frecuencia (velocidad) se emiten sonidos más graves, y a mayor frecuencia (velocidad) se emiten sonidos más agudos. Las cuerdas vocales se tensan para emitir un tono agudo (aumenta la velocidad de la vibración). Las cuerdas se destensan para emitir un tono grave (disminuye la velocidad de vibración) (Figs.30, 31,32).



Material iconográfico propiedad de Clínica Clarós.

Fig.31: Cuerdas vocales abiertas.

Fig.32: Cuerdas vocales cerradas

1.3.5. Condiciones indispensables de las cuerdas vocales

La calidad de la voz depende de tres condiciones indispensables de las cuerdas vocales: la vibración, el cierre y la lubricación.

Con respecto a la **vibración**, cuando las cuerdas vocales no vibran o sólo lo hacen parcialmente, la calidad de la voz es pobre. El **cierre** es relevante, pues si las cuerdas no contactan bien no se produce el sonido y si no hay sonido no hay voz. Y la **lubricación**, que permite que las cuerdas vibren a 200-300 vibraciones por segundo sin que la voz se rompa. Cuando las cuerdas vocales se sobrecalientan, se secan, y es entonces cuando el cantante siente la necesidad de aclarar la voz. Como ejemplo, si nosotros frotamos las manos a una frecuencia de 10 veces por segundo, notaremos como se calientan; pues lo mismo ocurre con nuestras cuerdas vocales.

1.3.6. El tono fundamental hablado y cantado

El “tono fundamental” se define como la frecuencia básica de apertura y cierre (vibración) de las cuerdas vocales al emitir un sonido.

El tono fundamental para la voz hablada se sitúa en:

Hombres: 117 Hz (ciclos por segundo)

Mujeres: 217 Hz (ciclos por segundo)

Voz blanca: 350 Hz (ciclos por segundo) (que es la voz del niño)

El tono fundamental aproximado para la voz cantada, dependerá del tipo de voz de que se trate en cada caso, según sea voz de soprano, mezzosoprano o contralto (en las voces femeninas) o tenor, barítono o bajo (en las voces masculinas).

El oído humano puede oír sonidos entre los 16 Hz y 20.000 Hz, en la población joven, sin embargo a medida que pasan los años, los agudos se van perdiendo y es lo que se define como la presbiacusia. Esta disminución de la capacidad de utilizar las altas frecuencias y medias, conllevan a que a partir de una cierta edad, nos cueste entender las conversaciones y los tonos más agudos.

Ya sabemos lo que es el tono fundamental de la voz y, por lo tanto, estamos en disposición de abordar lo que son los armónicos de la voz. Ésta es una palabra muy usada en el mundo del canto, y pensamos que no siempre con conocimiento de causa.

1.3.7. Los armónicos y los formantes

Los armónicos son sobre-tonos o múltiplos del tono fundamental. El primer armónico denominado (H1), es el que se produce por la vibración de las cuerdas vocales y progresivamente se van creando los demás armónicos que se van añadiendo a éste (Fig. 33).

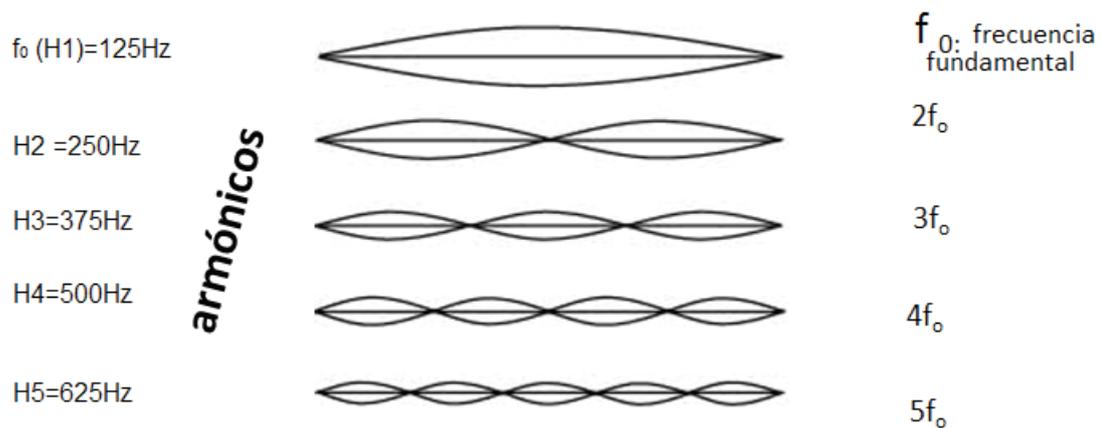
El tono fundamental de la laringe, (F0) o primer armónico (H1), tiene una frecuencia de 128 Hz y cada nuevo armónico es el producto de la multiplicación de (F0) (128 Hz) por un número. Así (F1) es el resultado de (F0) 128 Hz x 2, o sea 256 Hz; (F2) es el resultado de multiplicar 128 Hz x 3 = 384 Hz; y así sucesivamente creando la onda sonora periódica compuesta que incluye todos los demás:

Segundo armónico: $100 \times 2 = 200$ Hz

Tercer armónico: $100 \times 3 = 300$ Hz

Cuarto armónico: $100 \times 4 = 400$ Hz

Quinto armónico: $100 \times 5 = 500$ Hz



•Numero de armónicos habituales 50-70

Fig 33: Los armónicos. Clarós P. "La veu i l' òpera. Visió del metge ORL". Revista de la Reial Acadèmia de Medicina de Catalunya. Abril-Junio 2015; 30 (2):47-51 (20).

Una persona que no sea cantante tiene entre 50-70 armónicos, pero una voz lírica entrenada puede llegar a tener más (es lo que llamamos los formantes de los cantantes). Estos formantes para las voces femeninas son aproximadamente de 2800 Hz y para la voz masculina de 2300 Hz. Esto permite proyectar la voz por encima de la orquesta y que se la oiga bien desde el fondo de la sala o del teatro (20).

Un grupo de armónicos da lugar a "el formante" de dicha voz, que es el que la singulariza respecto de todas las otras, y es lo que la hace reconocible e identificable. A mayor número de armónicos más calidad de la voz.

¿Y por qué es distinto el "formante" de cada voz, si todos tenemos los mismos órganos respiratorios y fonatorios?

Porque, aunque tenemos los mismos órganos, la anatomía de cada personas es distinta y, además los utilizamos de manera diferente, desde las cuerdas a los labios.

Si a dos personas sólo se les distinguiera la voz por la frecuencia fundamental (F0), como los límites están entre 80 y 220 ciclos/segundo, habría muchísimas personas que tendrían la misma voz, pero esto no es así, porque hay otros elementos que hacen que las voces sean diferentes.

Estos son los resonadores del tracto vocal (senos, faringe, boca o cabeza) sin olvidar de incluir en ellos a la cavidad torácica.

Es muy interesante saber que el “formante” de cada voz, es decir las características de sus armónicos, es lo que la singulariza y la distingue de las otras, porque, en el terreno de la expresión artística mediante la voz, el hecho de que una voz sea singular y fácilmente reconocible, es casi tan importante como que sea bonita o incluso más.

Ha habido voces que probablemente no podríamos calificar como bonitas pero que, sin embargo, han sido tremendamente singulares e identificables a lo largo de los últimos años en que se han podido registrar y hoy escuchar, y esa ha sido su belleza.

Por ejemplo la voz de Louis Armstrong (1901-1971) no es una voz bonita, más bien es grave y rota, pero sin embargo es muy singular. Otras, quizás, hayan sido bonitas pero, sobre todo, lo que han sido es identificables. El formante de la cantante francesa Edith Piaf (1915-1963) es único. Pues bien, en la ópera, pasa exactamente lo mismo. El formante de Maria Callas (1923-1977), podríamos decir que lleva la tragedia griega incorporada, y Renata Tebaldi (1922-2004) tiene una voz bellísima, pero muy difícil de identificar.

Bien, a parte del concepto del “formante” de una voz y de los “armónicos” que la singularizan y que ya hemos explicado en qué consisten, hay un concepto fundamental sobre la emisión profesional de la voz (tanto la voz artística como la simplemente profesional). Es el concepto de impostar la voz.

1.3.8. La impostación de la voz

Es la capacidad de una voz entrenada (cantante, orador, actor, docente) de concentrar su voz sobre el tercer, cuarto y quinto formante (3800 Hz). Es la zona de máxima sensibilidad del oído humano (20).

Los armónicos de la voz resuenan de manera natural en la zona de máxima sensibilidad del oído humano, sin tener necesidad de hacer nada. Esto permite como ya hemos dicho, proyectar la voz hasta el fondo de la sala y, en el caso del cantante profesional, poder hacerla pasar por encima del volumen de la orquesta y hacerla llegar al público, sin tener que gritar y, por lo tanto, sin lesionar la laringe y por ende, la voz.

Una voz está bien colocada cuando en ella se da el fenómeno acústico del formante del cantante, que es la suma de los formantes terceros a quintos. El cantante que no “coloca” la voz, no la puede proyectar por encima de la orquesta, a pesar de que cante a mucho volumen.

Lo curioso del caso es que un bebé puede hacerlo sin esfuerzo. Sin embargo, el adulto necesita entrenarse. Cuando el ser humano nace, la proyección de la voz es perfecta.

¿Se han fijado lo difícil que es que un bebé se quede sin voz? Puede llorar a todo volumen durante horas y, sin embargo, es muy difícil que se quede sin voz, ni tan siquiera que se le perjudique, pero un bebé al nacer aún no tiene formadas completamente las características de la que será su voz.

Los maestros de canto, en muchas ocasiones, deben orientar su trabajo esencialmente a quitar los vicios vocales con los que, con el paso de los años, se han ido acumulando.

1.3.9. Características de la voz humana

La voz humana se caracteriza por su tesitura (tono), su sonoridad (color, volumen y peso) y su prosodia que es la manera de “decir”.

Empecemos por el primer punto, la tesitura, que es el principal elemento de clasificación de las voces en el canto y en la ópera (20).

La tesitura de un cantante es la zona tonal, o mejor dicho el conjunto de notas colocadas en el teclado de un piano, en las cuales un cantante determinado se siente más cómodo y en las cuales su voz puede lucir más. Es en la que, éste, se encuentra cómodo cantando, la zona en la que puede cantar sin gran esfuerzo y sin correr riesgo de fatigar su laringe. Por lo tanto, clasificar una voz, será buscar qué extensión de notas recoge esa zona ideal de cada cantante para, en función de cuales sean sus notas “cómodas”, distinguir a un tenor, un barítono, o un bajo, si se trata de voces masculinas, o a una soprano, mezzosoprano, o contralto, en caso de voces femeninas (Fig. 34).

La tesitura no debe confundirse con el rango vocal. El rango vocal es el conjunto de notas desde la más grave a la más aguda, que, con mayor o menor esfuerzo, puede emitir un cantante, y la tesitura es una parte del rango vocal en la que el cantante se puede mover con comodidad sin lesionarse.

Podemos asegurar que determinar claramente cuál es la categoría más indicada para cada voz no es una tarea nada fácil, y que precisa de la colaboración de los especialistas de la voz y de los maestros de canto.

A pesar de todo, la experiencia científica y la observación metódica de las características físicas del cantante, nos pueden ofrecer indicios, en ocasiones incluso claros, sobre cual pueda ser su tesitura.

La forma de la laringe del cantante, por ejemplo, acostumbra a condicionar la tesitura de su voz. Así pues, la mayoría de los tenores tienen un cuello grueso y los músculos del cuello están bien desarrollados. Su laringe apenas sobresale, ya que el cartílago tiroideo es poco prominente y menos desarrollado que en un barítono o en un bajo. La membrana cricotiroidea es corta y muy fuerte, lo que le da una voz potente de cabeza. La laringe de los barítonos y bajos es más protruyente (14).

Entre una soprano y una mezzosoprano, en cambio, estas diferencias anatómicas del cuello apenas se distinguen a simple vista (11).

Otros indicios los encontramos, por ejemplo, focalizando la atención en la medida de las cuerdas vocales. Si nos fijamos y comparamos la longitud de las cuerdas vocales con la constitución física es cierto que las voces de bajo corresponden a hombres enormemente altos de estatura. ¿Por qué ocurre eso? Eso ocurre porque, lo normal, es que un hombre de una gran envergadura física, tenga también unas cuerdas vocales más largas y de mayor medida que un hombre bajito y de constitución pequeña. Si las cuerdas son más largas y grandes, vibran más lentamente al paso del aire entre ellas, con lo cual, el sonido resultante es más grave, es decir, más bajo.

Estos detalles se demuestran en el estudio del artículo 3, que trata de las medidas antropológicas de las cuerdas vocales en las cantantes de ópera.

La altura de notas a la que puede llegar un cantante depende en gran medida de la longitud y número de vibraciones de sus cuerdas por segundo. Todas estas variaciones anatómicas, junto con los factores acústicos ayudarán también a clasificar una voz.



Fig. 34: Escultura de las manos del autor de la tesis (Propiedad Clínica Clarós).

Con las laringes de los cantantes ocurre como con las manos de los pintores. De su simple observación no se puede deducir la capacidad artística sino simplemente el grado de normalidad (Fig. 34).

Como ya hemos apuntado, las voces, tanto femeninas como masculinas se dividen en agudas, medias y graves, lo que da lugar a las categorías básicas siguientes: de soprano, mezzosoprano y contralto, en la mujer, y de tenor, barítono y bajo en el hombre. En cada una de ellas pueden apreciarse características físicas que las determinan.

En función de si las notas en las que luce más una voz se sitúa más hacia la zona aguda o más hacia la zona grave, distinguiremos las categorías que se describen a continuación.

1.3.10. Voces femeninas según su tesitura

La soprano es la voz femenina más aguda. No olvidemos que la palabra *soprano* deriva del latín *soperanus* o voz superior, voz que va por encima de las otras. Tiene una extensión con un rango entre 258 Hz a 1034 Hz, que corresponde a Do 3 hasta el Mi 5 y sus cuerdas vocales miden de 16 a 18 mm de longitud.

La mezzosoprano, como su nombre indica, es una voz más grave que la de la soprano, una voz que pasa más tiempo en una zona tonal más intermedia, aunque puede realizar también puntualmente agudos importantes. Sus cuerdas son más largas, de 19 a 21 mm. Su rango vocal es de 174 a 1046 Hz que corresponde de Sol 2 hasta Si Bemol 4.

Finalmente, encontramos la voz de contralto, que es la voz femenina más grave de todas, con un registro situado entre los 193 Hz a los 775 Hz, que corresponde de Mi 2 hasta Sol 4 y unas cuerdas que miden de 18 a 22 mm de longitud.

1.3.11. Voces masculinas según su tesitura

En las voces masculinas, la voz de tenor, la más aguda de ellas, tiene un rango de 128 a 520 Hz, va del Do₂ hasta el Do₄ y sus cuerdas miden de 20-22 mm. Acostumbra a tener un timbre cálido y seductivo.

A continuación encontramos la voz de barítono. Aunque la palabra deriva del griego y significa “voz baja”, en realidad describe a la voz masculina intermedia. A menudo se ha dicho que es la voz más natural en el canto del hombre, frente a la voz de tenor que a menudo debe ser construida en alguna medida por el cantante, o la del bajo, menos frecuente. Su registro está entre los 100 Hz a los 390 Hz, va del Si Bemol 1 hasta el La Bemol 3 y sus cuerdas miden de 22 a 24 mm.

La voz de bajo, como su nombre indica, es la voz masculina más grave. Con un registro entre 65 Hz a 325 Hz, va del Fa₁ hasta el Mi₃ y en ella predomina la posición y resonancia de pecho. El sonido apoyado en la caja torácica le permite desplegar el espectro más grave y profundo de la voz del hombre. Sus cuerdas miden de 24 a 26 mm.

Finalmente, entre las voces masculinas, encontramos la más peculiar, la del contratenor. Esta voz merece categoría aparte. Se trata de una voz más aguda que la del tenor y con trazos feminizados. Se apoya en las resonancias de la cabeza y es capaz de alcanzar un *pitch* muy alto. Sin embargo, es una voz conseguida a partir de entrenar una técnica especial, desarrollada a partir de mediados del siglo XX, que pretende acercar al cantante actual a la tesitura y al sonido que se supone que, en tiempos antiguos, habían tenido los *castrati*, sin que para alcanzarla deban recurrir, naturalmente, a los sacrificios físicos a los que aquellos debían someterse.

Sus cuerdas son largas, de 25 mm, y muy finas y cuando emiten notas muy altas llegan a alcanzar los 27 mm de longitud, puesto que, en realidad, este tipo de construcción de la voz no parte de una morfología de tenor, sino más bien de la de barítono (20).

Las que hemos mencionado son las grandes categorías de la voz en el canto, pero, dentro de ellas se distinguen además distintas subcategorías, en función de la potencia, la amplitud de sonido, el peso de éste, el color, el timbre, e incluso la extensión de cada voz.

La extensión de un cantante, es decir, el número de notas que éste puede cantar bien, suele ser de dos octavas, o dos octavas y media, es decir, dos veces o dos veces y media la escala de 7 notas que todos conocemos, aunque, en casos excepcionales, pueden llegar hasta a tres, y también este aspecto influye en la distinción de las subcategorías.

1.3.12. Voces según su sonoridad

A pesar de que las fronteras no son siempre rígidas, y ofrecen cierto margen en función de cómo sea su volumen, su peso, su color, o su timbre, las voces en la ópera se clasifican como se observa en la figura 35.

Ligeras *



Líricas*



“Spinto” o dramáticas*



(La sonoridad define muchas de las características de la voz y por lo tanto también el repertorio que le es adecuado)

***(La nomenclatura puede variar según la cuerda)**

***(No pocas voces se sitúan entre dos tipos, creando otras subcategorías)**

***(La sonoridad y la tesitura definen el repertorio)**

Fig. 35: Voces según su sonoridad. Clarós P. "La veu i l'òpera. Visió del metge ORL". Revista de la Reial Acadèmia de Medicina de Catalunya. Abril-Junio 2015; 30(2):47-51

Así, por ejemplo, tanto dentro de las voces de soprano, como dentro de las de tenor, distinguimos a la soprano o el tenor ligero, a la soprano o el tenor lírico, y la soprano o el tenor *spinto* o dramático (Fig. 35).

Voces ligeras

Tanto las soprano como los tenores ligeros son voces generalmente pequeñas, que no pesan, con poca potencia, y que no tienen gran volumen, pero que, precisamente por tener todas esas características, poseen una gran agilidad, son capaces de ejecutar notas muy rápidas en poco tiempo, y tienen una enorme facilidad para volar hacia las zonas agudas y sobreagudas. Estas voces son una *pluma al viento*, es decir, no llegan muy lejos desde el punto de vista de la potencia, pero vuelan y se elevan con una enorme facilidad, impulsadas solo por una brisa ligera.

Voces líricas

Las sopranos y los tenores líricos son las voces del amor en la ópera romántica. En ellas, al ser un poco más voluminosas, ya cabe el sentimiento amoroso, que no cabía en cambio en las estrecheces ligeras de las anteriores, más adecuadas para la filigrana vocal. Las voces líricas pierden los sobreagudos estratosféricos de las ligeras, pero ganan en riqueza tímbrica, en matices, y en volumen, cosa que les permite cantar con orquestas más grandes y hacerse oír a través de ellas.

Voces spinto

En las sopranos y los tenores *spintos* o dramáticos encontramos, finalmente, la máxima potencia en las voces agudas. *Spingere*, en italiano, significa empujar, y si se utiliza este verbo para definir la categoría de una voz es, precisamente, porque en determinados momentos, ésta es la sensación acústica que proyectan estas voces. Parece que “empujan” el sonido para sacar esa potencia que las caracteriza, y para salvar el volumen de las orquestas más densas de la historia de la ópera.

Son voces de color algo más oscuro que las anteriores, que se mueven esencialmente en la zona central de su tesitura, y que tocan solo puntualmente las notas más agudas, aunque, por su volumen, cuando lo hacen producen un gran efecto. Wagner, Puccini o Strauss son algunos de los compositores que las utilizan a menudo en sus composiciones musicales.

También en las categorías de mezzosoprano, barítono y bajo se establecen subcategorías similares a éstas ya comentadas en las voces agudas. Sin embargo, su análisis escapa de los objetivos de esta tesis doctoral.

1.3.13. La prosodia

La prosodia es la forma de acentuar, de pronunciar una frase (dicción en términos de gramática) o de “Decir-la”, (en terminología operística). Una partitura de una ópera puede leerse, expresarse o simplemente “decirla”.

Entendemos que son aquellos recursos vocales comunicativos que aplica el cantante y que, añadidos a los que ya especifica la partitura, convierten su actuación en su interpretación personal de ésta (legato, recogida, retardo, forte, y uso especial del *fiato*, etc.).

Hay una gran diferencia entre ser un cantante y ser un gran artista. La manera “de decir” una partitura por parte de un cantante aumenta o disminuye su comunicación con el público. Si el cantante es artista, es decir, si es capaz de sentir y pasar por su filtro personal, y así transmitir las emociones que puede ofrecer una partitura y lo consigue expresar, a través de su prosodia.

Naturalmente, el cantante debe tener la técnica suficiente como para aplicar esos recursos vocales, pero, sobre todo, debe ser capaz de sentir y singularizar su interpretación y hacerla llegar al público. Hay cantantes que lo consiguen más y cantantes que lo consiguen menos.

Pero en la utilización de la voz que hacen los cantantes líricos, existen otros conceptos absolutamente fundamentales que debemos considerar tales como el *fiato*.

La capacidad de *fiato* de un cantante de ópera es de reserva pulmonar de aire y el dominio de esta técnica, le permite ir administrándolo lentamente mientras canta con el mayor celo posible, con el fin de evitar, tanto como pueda, la necesidad de volver a tomarlo, parando de cantar y respirando de nuevo.

Hay que tener presente que, a diferencia por ejemplo de lo que hace un violinista, el cual, moviendo el arco del violín arriba y abajo, podría estar haciendo música ininterrumpida hasta que quisiera, cada vez que un cantante tiene que tomar aire, tiene que interrumpir el sonido que está emitiendo y, por lo tanto, tiene que fragmentar la música que está haciendo. Teniendo esto en cuenta, no es difícil de comprender que, cuanto menos veces tenga que tomar aire un cantante, frases más largas será capaz de cantar, y por lo tanto, mayor musicalidad tendrá su interpretación.

Podemos resumir la importancia del control del *fiato* en el canto con las siguientes frases:

¡Cuanto más aire gasta un cantante, más a menudo tiene que volver a inspirar y, cada vez que inspira, tiene que dejar de cantar!

Nuestro país puede presumir de haber dado la mayor y más grande maestra en el control del *fiato* de la historia reciente de la ópera mundial, que no es otra que la soprano Montserrat Caballé (1933-2018), la cual tenía una técnica muy sofisticada para dominarlo.

Otro elemento a considerar es el timbre de la voz. Llamamos timbre de una voz a la manera como suena esta. El timbre está compuesto por armónicos. Se caracteriza por su color (claro y oscuro), volumen (pequeño y grande), espesor (grueso o delgado), mordiente (timbrado o destimbrado).

Vibrato (del italiano *vibrato*, "vibración") es un término musical que describe la variación periódica de la altura o frecuencia de un sonido. En el canto se produce espontáneamente a través de un temblor nervioso en diafragma o laringe. El vibrato de los instrumentos de cuerda y de viento es una imitación de esa función vocal. En el órgano, se imita el vibrato a través de la interferencia de dos notas cercanas.

En el canto, el *vibrato* es necesario para hacer agradable la percepción de la voz, es decir, que esta se produzca de manera morbida, sin fuerzas ni rigideces que molesten, pero se puede llegar a caer con facilidad en exageraciones de mal gusto.

El *vibrato* es un fenómeno acústico y vocal sumamente complejo y mal entendido en sus mecanismos centrales. Se produce por contracciones de los músculos intrínsecos y extrínsecos de la laringe. Una voz con *vibrato* es una voz sana y bien coordinada.

En el aparato vocal se distinguen tres diferentes procesos de vibrato, que se producen en diferentes partes del tracto vocal.

Los tipos de *vibrato*, según su lugar de producción, son:

- En la *onda de glotis*, el *musculus vocalis* vibra en una frecuencia de 6,5 a 8 Hz. Si ese vibrato se produce aislado, se denomina *trémolo* o en término despectivo *caprino* (del italiano, *capra* = cabra por su semejanza a la voz de la cabra).
- En la *onda de diafragma* (también *onda respiratoria*), el diafragma vibra en una frecuencia inferior a 5 Hz. Si ese *vibrato* se produce aislado, se denomina *wobble*. Ese tipo de *vibrato* frecuentemente afecta la claridad del canto. Es uno de los defectos en voces envejecidas.
- En la *onda compleja*, el cantante combina las ondas de glotis y de diafragma a un *vibrato complejo*, cuya frecuencia es entre 5 y 6,5 Hz. Ese *vibrato* tiene un efecto relajante del músculo vocalis y alarga su fuerza y durabilidad física.

También hay que tener en cuenta el *vibrato* y el trémulo de una voz. Un *vibrato* no excesivo, es decir, a una frecuencia de 5 a 7 veces por segundo, da melodía a la voz, le da cierta morbidez que nos la hace agradable al oído.

El trémulo es un *vibrato* ancho, o sea una vibración de 3 veces por segundo, que se aprecia externamente por los movimientos de lengua y la mandíbula.

Debemos reconsiderar la intensidad de la voz. Ésta es la energía que gasta el cantante, por segundo. Un cantante medio tiene una voz que alcanza los 110 dBs, pero algunos pueden alcanzar los 120 dBs, mientras que la voz hablada sólo llega a los 70 dBs.

Hay que matizar, sin embargo, que una gran intensidad no es sinónimo de una gran calidad. Citando de nuevo a la gran soprano ya mencionada, decía que “cantar no es chillar”, queriendo asegurar que para cantar bien hay que tener técnica sin aplicar fuerza. La voz debe estar bien colocada, y para conseguir eso es, en esencia, a lo que se dedica el maestro de canto.

El *humming* (murmullo, el *mmm*. Canturrear sin abrir la boca) viene condicionado por el eco de nuestras cuerdas vocales en el interior de nuestra laringe. A título de ejemplo, en la ópera de Puccini (1858-1924) *Madama Butterfly*, el famoso coro de los pescadores es un coro cantado, en terminología operística, a *bocca chiusa*, es decir, con la boca cerrada, y sin pronunciar una sola palabra. El sonido es emitido por los cantantes desde el interior de la laringe y a manera de murmullo. Con esta maniobra y técnica vocal se utiliza la laringe como un instrumento musical más. Ejemplos en:

- Ópera *Carmen* (1875) de Georges Bizet
- "Coro a bocca chiusa" del acto II de la ópera *Madama Butterfly* (1904) de Puccini
- El ballet de *Dafnis y Chloé* (1912) de Maurice Ravel
- Sinfonía nº. 3 "Canción de la noche" (1916) de Karol Szymanowski
- *Chanson à bouche fermée* (1933) de Jehan Alain
- *Fantasia pour chœur à bouche fermée* (1935) de Jehan Alain
- Canción cantada por Germaine Montero en la película *Une partie de campagne* en 1936 por Jean Renoir
- *Bachianas brasileiras* nº. 5 (1938) del compositor brasileño Heitor Villa-Lobos
- Música de Georges Auric para la película *La bella y la bestia* (1946) de J. Cocteau
- *Quam dilecta tabernacula tua* en *La transfiguración de nuestro Señor Jesucristo* (1969) de Olivier Messiaen
- *La Hija de uno* (*El tiempo no tiene nada que ver con el asunto*, 1961) de Brassens
- *Les copains d'abord* (álbum homónimo, 1964) de Georges Brassens

1.4. Fisiopatología de la voz profesional

Como se ha comentado previamente, la laringología nace en 1854 gracias al profesor de canto Manuel García que, fascinado por el instrumento vocal humano, logra observar por primera vez las cuerdas vocales en movimiento gracias a un espejillo de dentista, al que proyecta los rayos de sol y los refleja en otro espejo. Así pues este avance en la medicina tuvo lugar gracias a la curiosidad de un maestro de la lírica, y marcó el inicio de una especialidad.

Manuel García fue un puntal para conocer el funcionamiento de la voz humana. Familiarmente aportó mucho a la lírica. Tuvo dos hermanas que fueron grandes divas. Una de ellas, María Felicia García (1808-1836), que al casarse con el banquero francés de 43 años, Eugene Malibrán se convirtió en "La Malibrán", fue una soprano extraordinaria y sin rival. Se dice que sólo María Callas fue capaz de superarla.

La otra hermana, Paulina García (1821-1910), una contralto de mucho éxito con un registro poco común, tuvo la desgracia de que, en pleno escenario, y tras una exitosa representación de la ópera *Alceste* de Christoph Willibald von Gluck (1714-1787), perdió su voz al sobrepasar los límites de la tolerancia de su laringe. Sus músculos vocales se dañaron para siempre por cantar en un *high-pitch*. Esto ocurrió en 1863 y a los 42 años de edad. Nunca más pudo cantar (3). Un cantante debe usar sólo el 70% de su capacidad, dejando el 30% como reserva, evitando así un accidente vocal, como el de esta diva.

1.4.1. Patología de la voz profesional

Los cantantes están expuestos a dos tipos de patologías: las que sufren el resto de las personas y las propias de su actividad vocal profesional, tales como el medio ambiente y los cambios de técnica.

La condición ambiental que más perjudica a su voz es el aire acondicionado, tanto de los teatros como de los medios de transporte, especialmente el del avión que es muy seco, y por lo tanto daña la laringe. Se recomienda que en los viajes usen

moderadamente la voz para no fatigarla tanto, beban mucha agua, eviten la toma de alcohol por su efecto vasodilatador y la ingesta de aspirinas por su efecto anticoagulante. Estas circunstancias pueden hacer que, con un golpe de tos, estornudo o vómito, se produzca un microhematoma en las cuerdas.

Hay que moderar el entrenamiento vocal y las horas de estudio. Un cantante medio lo hace entre una y tres horas diarias. Nunca debe cantar sin una fase de calentamiento de la voz consistente en vocalizar con la boca cerrada, durante unos minutos, de lo contrario puede lesionar sus cuerdas. Cantar durante 6 a 8 horas diarias es excesivo y es el mejor modo de desarrollar lesiones en las cuerdas vocales, tales como nódulos o hematomas. Sería como a un atleta exigirle muchas horas de esfuerzo muscular.

1.4.2. Fármacos y voz profesional

Son muchos los agentes farmacológicos que pueden afectar a la voz profesional. Los antihistamínicos, por ejemplo, producen sequedad laríngea y de las cavidades resonadoras. En caso necesario se deben tomar 8 horas antes de la función o la noche anterior, y siempre ingiriendo mucho líquido. Los antihistamínicos producen sequedad laríngea y de las cavidades resonadoras. En caso necesario se tomarán 8 horas antes de la función o la noche anterior, y siempre ingiriendo mucho líquido.

Los corticoides inhalatorios tienen un efecto inmediato sobre el asma, pero lesionan la mucosa laríngea y bucal, con la posible sobre infección micótica. Su uso repetitivo atrofia las cuerdas vocales. Se ha podido observar a algunos cantantes que, sin tener enfermedad bronquial, se aplican broncodilatadores para tener más capacidad pulmonar y aumentar su *fiato*.

Los corticoides orales, por su efecto inmediato, se tienden a prescribir en fases agudas, si bien se aconseja que se haga en la forma correcta, con períodos cortos y dosis decrecientes. Durante su toma hay que evitar el alcohol y recomendar dieta estricta para no aumentar de peso, por retención de líquidos.

Los antihipertensivos resecan la laringe y espesan el moco. Algunos de ellos, como las IECAs, producen tos irritativa frecuente y, en estos casos, hay que cambiar de molécula.

Una de las mejores voces de tenor lírico que ha habido en la historia de la ópera, aun habiendo tenido que tomar ciertas medicaciones antidepresivas a lo largo de su carrera, y cancelaciones motivadas por la sequedad de laringe que esta medicación le ocasionaba, ha conseguido garantizarse un puesto destacado entre las mejores voces operísticas del siglo XX, gracias a sus excepcionales condiciones vocales y a la enorme belleza de su voz.

La prescripción de fármacos para dormir es común entre los cantantes, pero deben conocer su efecto secundario de sequedad laríngea. Por último, los vasoconstrictores nasales tienen efecto rebote y tendencia a la adicción (17).

Los cantantes tienden, por su tipo de vida, a la automedicación, pero hay que advertirles a menudo que, en todo caso, ésta debe ser hecha con rigor y de modo regular.

El día de la actuación, el cantante debería hablar poco, anular o limitar las entrevistas, dormir mucho, cenar ligero, y calentar la voz correctamente y durante unos minutos, antes de la actuación.

1.4.3. Tabaco y voz

Aunque no es frecuente, hay casos de cantantes que fuman, y su efecto sobre la mucosa respiratoria nasal les produce espesamiento del moco, que desciende hacia la faringe y laringe con su correspondiente irritación. La acción negativa del tabaco se potencia con el alcohol (24).

Aún a pesar de la rareza del cáncer de laringe en los cantantes, hay algunos ejemplos bastante conocidos. Recordemos al cantante Enrico Caruso (1873-1921), fumador de dos paquetes diarios, que murió a los 48 años de edad, al parecer consecuencia de

un cáncer bronquial que se complicó con un absceso pulmonar y empiema. Otro cantante, Ettore Bastianini (1922-1967) fue diagnosticado en 1962 de cáncer laríngeo pero siguió cantando. Sus actuaciones fueron perdiendo calidad y en 1965 fue abucheado durante una función de Tosca. Murió en enero de 1967 de metástasis cerebrales a los 45 años. Sammy Davis Jr (1925-1990) murió por complicaciones de su cáncer de garganta a los 64 años. Mary Wells (1943-1990), cantante conocida por su éxito musical *My Guy*, murió de cáncer de laringe a los 49 años (20) (Figs. 36, 37).



Fig. 36: Enrico Caruso.



Fig. 37: Ettore Bastianini.

https://es.wikipedia.org/wiki/Enrico_Caruso

<https://www.gardapost.it/2017/09/13/sirmione-omaggia-il-baritono-ettore-bastianini/>

1.4.4. Lesiones vocales más frecuentes de los cantantes

Las lesiones que se suelen encontrar en los cantantes profesionales están en relación con la localización del borde libre de la cuerda vocal y suelen ser lesiones pequeñas que se manifiestan durante la fonación.

De más a menos, podríamos hablar, como responsables, la sobrecarga vocal, que representa la manifestación de una actividad excesiva, aún a pesar de tener una buena técnica. La hemorragia de la cuerda vocal es más frecuente de lo que parece entre los cantantes líricos, ya sea por fragilidad capilar, toma de anticoagulantes o

sobreesfuerzo vocal (Fig. 38). Los nódulos vocales es la patología más temida por el cantante (Figs. 39, 40), por lo que hay que ser muy discreto y cuidadoso cuando se le tiene que explicar al interesado. También hay que mencionar el déficit de cierre gótico posterior por fatiga del músculo interaritenoso, y por último la fonoastenia, que es un diagnóstico que se realiza por exclusión.

El efecto del reflujo gástrico es muy usual en la mayoría de ellos, por su ritmo de vida, alimentación y esfuerzo del diafragma. Las pautas de evitar café, medicación y un tratamiento postural en la cama, son importantes (25).



Fig.38: Hematoma cuerda vocal. (Propiedad Clínica Clarós).

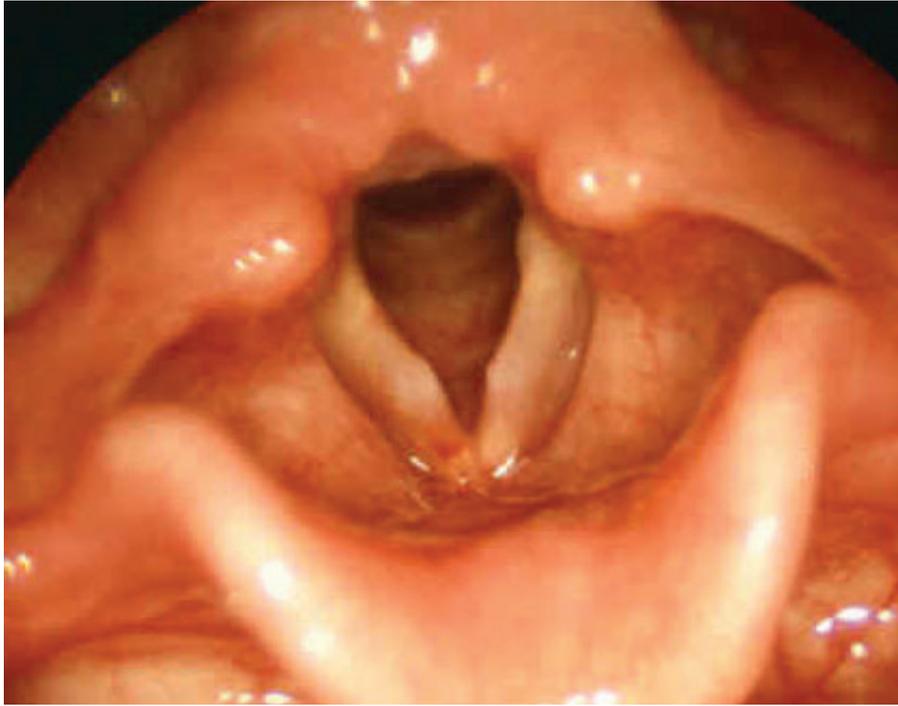


Fig. 39: Nódulos laríngeos. Propiedad Clínica Clarós.

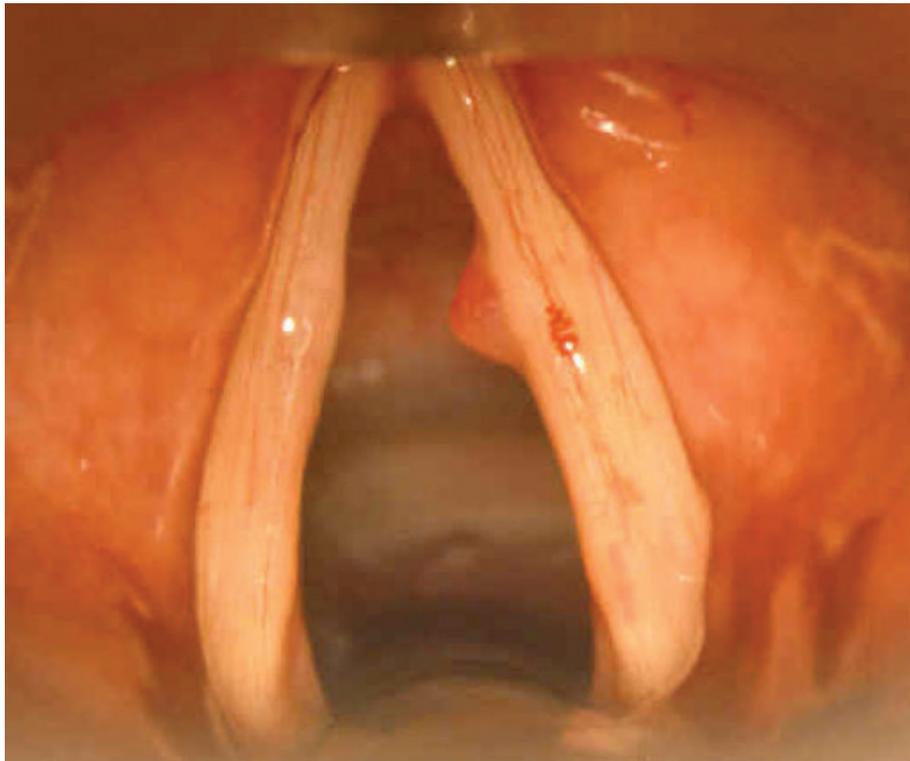


Fig.40: Pólipo laríngeo. Propiedad Clínica Clarós.

Cuando un cantante se queja de un problema vocal tras un esfuerzo, la mayoría de veces, tiene razón. La imagen de vídeolaringoestroboscopia nos muestra un hematoma de la cuerda vocal coincidiendo con el desgarramiento violento. En este caso, la voz pierde el 10-15 % de su potencia. Suelen bajar de medio tono a un tono y medio en las notas altas, aunque los tonos graves se mantienen. Esto le da la sensación de cansancio y necesidad de aclarar la garganta con frecuencia, y al final de la representación la laringe le duele. En estas circunstancias, y dado que su registro está afectado, el cantante tiene que forzar más la voz, para evitar ser cubierto por la orquesta. Está claro que un cantante con una buena técnica tiene una salud vocal mucho mejor (24).

Un reflejo tan sencillo como es un estornudo también puede dañar las cuerdas de los cantantes. Cada estornudo somete a las cuerdas vocales a mucha presión, además a un golpeteo intenso de una contra la otra. Cuando oímos "ATCHIS", la A es la inhalación del aire, el TCH es el ruido producido por las cuerdas vocales golpeando fuertemente, y el IS es el final de la exhalación. Este trauma sobre la cuerda vocal puede producir un hematoma. Es típico en cantantes y locutores de radio y televisión.

Un hematoma de la cuerda vocal representa, para el profesional de la lírica, la retirada temporal del escenario hasta su total resolución. El mecanismo de producción puede ser tanto por un esfuerzo vocal intenso como por un golpe de tos o un resfriado. Cada año, en la temporada operística del Gran Teatro del Liceo de Barcelona hay algún cantante lesionado por este motivo, que precisa ser tratado médicamente.

Se dice de un gran tenor lírico de nuestros días que, debido a una combinación de algunos de los problemas expuestos, con el énfasis puesto en la actividad excesiva, y por lo tanto en la sobrecarga vocal, le llevó hace unos pocos años a tener que cancelar todos sus compromisos y tener que abandonar los escenarios durante más de un año, transitando inmediatamente después por un largo período de readaptación, que parece ya próximo al éxito. La verdad es que la verdadera causa fue una lesión laríngea en una cuerda que fue intervenida, dejando una gran cicatriz e impidiendo a la cuerda ondular correctamente. Esto es innato a la profesión médica, donde se puede saber las causas, pero se está obligado a guardar su secreto (25).

Los cantantes hipocondríacos de la voz, después de años de conocerlos, pueden ser definidos como “aquellos que siempre consultan, pero que nunca curan.” Son obsesivos de tener un microbio en sus cuerdas, de tener mucho moco o tener alergia a algunos teatros, aunque en realidad es su inestabilidad emocional la que los traiciona. Es el pánico escénico.

1.4.5. Comentarios

No es cierto que para cantar bien se deba estar obeso, aunque la obesidad no impide, en casos concretos, cantar bien. Ni por supuesto lo es el tópico, largamente repetido, de que la gran María Callas perdiera su voz por haber adelgazado. Esta gran artista perdió su extraordinaria capacidad, y finalmente su voz, por razones mucho más complejas, que en este momento no podemos desgranar.

La elección del repertorio adecuado y su actualización es de gran importancia para mantener una voz profesional. Una buena técnica y controles frecuentes de la voz por un laringólogo, son los mejores aliados para una carrera profesional prolongada.

El don de una voz o el talento de una persona para cantar no radican exclusivamente en la laringe, sino en la sensibilidad, inteligencia y la capacidad de aprendizaje. Este don se tiene o no se tiene.

Debe haber una disposición personal para realizar esa actividad. Pero es cierto que hay gente que parece tener un don natural, una voz particularmente hermosa y otros cuya voz resulta desagradable o incluso irritante. Eso es lo que se llama timbre y es lo que hace que una nota musical tocada por un violín suene distinto a como suena la misma nota en un piano o que las voces suenen distintas aunque se trate de la misma canción.

En cuanto al juicio estético que hace que nos guste más una voz que otra, ocurre lo mismo que con la belleza: está en el ojo del observador. Cantar requiere la habilidad de sincronizar lo que un cantante quiere hacer con lo que está haciendo. Y hacer que su cuerpo aprenda y memorice esa coordinación requiere práctica.

1.5. El arte de la voz cantada

Las condiciones innatas requeridas para un cantante son un buen sistema auditivo, especialmente el llamado oído musical, una laringe anatómicamente en condiciones, adaptada para cada tesitura de cantante y un sistema hormonal estable y equilibrado.

Las primeras han sido señaladas en los apartados que se refieren a la constitución del sujeto e influencia de las glándulas de secreción interna, así como el control auditivo e inervación laríngea.

El canto es el arte que tiene por finalidad utilizar del modo más perfecto y bello el instrumento musical que produce la voz humana. Instrumento complejo, como conocemos, que se fragua en la laringe y en los órganos resonadores.

Es cierto que todo el mundo puede llegar a cantar mejor o peor, pero para llegar a ser un buen cantante es necesario reunir una serie de condiciones, sin las cuales no hay posibilidad de llegar a serlo. Entre éstas hay unas que constituyen un verdadero *don* de la naturaleza, y otras hay que adquirirlas por el estudio y la educación de la voz.

Existe, pues, una *materia prima* sin la cual no se puede conseguir llegar a ser un buen cantante. Es verdad que esto solo no basta, sino que es preciso saber educar la voz, saber elaborarla debidamente para sacar de ella el mayor rendimiento posible, y disponer, al mismo tiempo, de otras cualidades de inteligencia, memoria y arte de saber actuar que la complementen.

Antes solo se requería a los cantantes que supieran cantar ópera, pero hoy es necesario que sepan ser buenos actores y moverse bien en el escenario para interpretar los papeles en cada representación.

El estudio de la voz cantada pretende descubrir, por un lado, cómo se produce el sonido y por el otro, cómo y con qué resultado se modula este sonido, siendo conscientes de la interrelación que se produce dentro del órgano vocal entre los dos fenómenos.

La otorrinolaringología nos permite profundizar en la investigación de dos grandes campos. Por un lado, el estudio del sentido del oído, que es elemental, ya que es donde comienza toda la percepción de la música, y por otro el estudio de la laringe y, más concretamente de la fisiología de la fonación. Todo ello podría ayudarnos a comprender cómo se emite un sonido o nota musical por el cantante y los mecanismos por los que su modulación produce el canto.

La correcta utilización de estos mecanismos se hace necesaria para que la voz resulte afinada y con la intensidad y ritmos adecuados, dentro de la estética pensada por los artistas y para que éstos se beneficien de las medidas higiénicas y cuidados aconsejados por los científicos.

La voz cantada se analiza, mediante el estudio aerodinámico, detallando el tono fundamental (F0), los formantes, los armónicos, incluso *jitter* y *shimmer*. El resultado de la emisión vocal del órgano fonatorio, es decir el sonido vocal que percibimos, está formado por el (F0) y los armónicos que se modulan a través del tracto vocal mediante los articuladores. El tono o frecuencia fundamental (F0) es regulado a nivel glótico con los cambios de longitud, masa y elasticidad que experimentan los distintos planos de la cuerda vocal ante la acción muscular y que determinan las variaciones de (F0).

1.5.1. Condiciones para un cantante de ópera

Ser un gran cantante, un gran artista de ópera, es un sueño dorado, una meta a que muchos aspiran, atraídos y fascinados por constituirse en ídolos de las multitudes y, por qué no, los beneficios que pueden obtener. Sin embargo, son bien pocos los que llegan, y de ellos menos los que saben conservar el puesto alcanzado a lo largo de los años (26).

Creemos que el laringólogo y el médico foniatra pueden aportar ayuda técnica al cantante. No hay que olvidar que el maestro de canto tiene una importancia considerable y primordial en la formación y conservación del cantante, pues no basta tener una *materia prima* de gran valor y de cualquier orden; es necesario saber

explotarla debidamente, procurando obtener de la misma el mayor rendimiento posible, y esto es papel del maestro de canto (26).

Lo que constituye la materia prima en el canto, la calidad de la voz y su timbre que puede hacerla única por la brillantez de la misma, puede aún ser perfeccionada debidamente por el mejor uso de los resonadores y embellecer, tanto con estos como con otras condiciones de que depende la estética del sonido en el canto, como son la exactitud de la entonación y el debido sostén del sonido.

1.5.2. La entonación

La entonación depende de saber atacar bien desde el principio el sonido que se va a emitir, a la altura precisa y después saberlo mantener. Si se ataca más bajo o más alto, necesita luego deslizarse hacia arriba o hacia abajo la voz para alcanzar la altura necesaria. Este *deslizamiento*, aumento o disminución simultáneos de intensidad y altura es desagradable para el auditorio.

Las notas que se emiten deben ser netamente diferenciadas, pues el deslizarse de unas a otras suena artificial. Esto se hace sólo excepcionalmente en el buen canto, en lo que se llama *portamento*, que es la transición de un sonido, sin que exista discontinuidad, al pasar hasta otro sonido más agudo o más grave. Sólo se puede realizar en un instrumento de cuerda (como el violín, la guitarra, el bajo), en un trombón de varas o en la voz (26).

La unión entre los diferentes sonidos, de diversa altura e intensidad, debe ser dulce y perfecta, sin que existan deslizamientos. Esta forma de conectarse las notas entre sí se llama el *legato* y mejora la estética de la voz cantada. Cosa muy distinta son los *staccati*, en que las notas están separadas por un silencio con interrupción total de la vibración de las cuerdas. El *canto staccato* consiste en remarcar todas y cada una de las notas de una frase musical, de manera que se identifiquen con absoluta claridad. Podríamos decir que el canto *staccato* es el reverso de la moneda del canto *legato*. Para concluir diremos que el *legato* une y el *staccato* (en italiano, separado) desune.

Si el *legato* añadía belleza y expresividad al canto, ¿qué ocurre ahora con el *staccato*?, ¿lo afea? No exactamente, si bien es cierto que no soportaríamos una ópera con profusión de este tipo de canto. Lo que le aporta es una mayor comicidad. Por eso es un recurso que se utiliza muchísimo en óperas bufas. También es un recurso que se emplea en algunos momentos aislados del canto, no en toda un aria, por ejemplo. Un canto *staccato* de manual es el de *Questo è un nodo avviluppato*, de *La Cenerentola* (1817) de Gioachino Rossini (1792-1868), maestro en este tipo de canto.

Los actores de teatro, oradores y profesionales de la voz hablada deben utilizar la voz para la declamación con una articulación muy exagerada, el recitativo, y una intensidad de sonido elevada para lograr inteligibilidad para el público. Es necesaria que esta técnica vocal sea adecuada para que el esfuerzo no produzca lesiones y para que la voz no “decaiga” a lo largo de la representación, clase, conferencia o mitin político.

La diferencia básica entre la voz hablada y la voz cantada reside en que en la primera se realiza una emisión de fonemas y en la última se realiza una emisión de tonos. En el canto se añade el ritmo a los distintos parámetros de la voz como son el tono, la intensidad y el timbre. De la misma manera, las modulaciones de los parámetros son finas y ajustadas a la emisión deseada. Está claro que la musicalidad reside en el cerebro y que sumada a una técnica del canto adecuada es la clave para el cantante.

Existen dos tipos de cantantes; uno el cantante puramente instrumental, que eleva la belleza del sonido, que consigue el equilibrio vocal y que representa el virtuosismo de la voz, y otro, el cantante de declamación musicalmente acentuada, que obtiene el lenguaje elevado a música. “La fusión entre ambos debería ser la meta de todo cantante desde el punto de vista artístico como fisiológico vocal” (27).

1.5.3. Vibrato. El sostén del sonido

El vibrato normal se obtiene, en la voz cantada, mediante una vibración con oscilamientos normales. Es consecuencia del hecho de que en un sonido se producen

variaciones de intensidad, altura y timbre que se repiten cinco o seis veces por segundo.

El tiempo mínimo de producción de un sonido, que es de un sexto de segundo, corresponde a la fase del *vibrato* normal. Las diferencias de intensidad en cada fase de un *vibrato* normal son de dos a tres dBs, y las de altura de un cuarto de tono para los instrumentos de música, pero la voz humana de medio tono.

El *vibrato* tiene su explicación fisiológicamente por la vibración de los músculos fonatorios, respiratorios y de los resonadores, contraídos fuertemente. Las oscilaciones de intensidad y de tono, por encima o debajo de los señalados o normales, son desagradables al oído y hacen perder al cantante en seguridad o en colorido de la voz.

Hay tres hechos que son fundamentales que conozca el profesional de la voz, el médico laringólogo y el foniatra, así como el maestro de canto, para conocer la voz de un cantante. Estos son la clasificación de la voz, el conocimiento de los registros y el apoyo de la voz (28).

1.5.4. Clasificación de una voz

Como ya se ha comentado previamente en los capítulos 1.3.10 y 1.3.11, a este respecto la clasificación de las voces debe hacerse basada en tres consideraciones principales: la extensión, el timbre y la tesitura.

La extensión de la voz es la medida de los sonidos que puede emitir la voz humana y comprende alrededor de unas cuatro octavas, desde el Fa al Mi, aunque corrientemente la voz de cada persona tiene solo unas dos octavas. Según el lugar de la escala musical en que se halla colocada la extensión de la voz de un cantante, las voces se clasifican en los tres tipos clásicos conocidos de bajo, barítono y tenor, para las voces masculinas, y de contralto, mezzosoprano y soprano, para las femeninas.

Hay voces que se ajustan perfectamente a esta clasificación, yendo acompañadas por un timbre que las caracterizan igualmente y hace fácil su clasificación. Pero hay muchas voces difíciles de clasificar porque su extensión es bastante mayor y el timbre puede corresponder a dos clases de voces próximas.

La voz de un cantante comprende generalmente dos octavas y media, aunque cantan solamente con trece o catorce notas. En algunos cantantes la extensión es mucho mayor, pudiendo alcanzar de 3 a 4 octavas y extenderse, por abajo y por arriba, de las extensiones dadas para un determinado tipo de voz (28).

Se llama tesitura de la voz al espacio de extensión en la escala en donde el artista canta más cómodamente sin forzar la voz, es decir, sin esforzarse.

La clasificación de las voces corresponde al maestro de canto, aunque en algunos casos difíciles precisa para la clasificación del laringólogo y el médico foniatra, siéndole útil los datos aportados por ellos al maestro de canto. Para ello, la exploración clínica, el examen de las cuerdas vocales, los caracteres tipo biológicos que antes señalábamos, el volumen de las cavidades de resonancia, etc., pueden ayudar en estos casos.

Importancia especial tienen algunos caracteres predominantes, tales como la longitud de las cuerdas y el volumen de las cavidades de resonancia, la posición de la voz y la medida del $F=0$, o tono fundamental. Menos valor tienen los caracteres del tipo biológico y la anchura y espesor de las cuerdas. La anchura y espesor de las cuerdas tienen más valor para subclasificar al cantante (soprano lírica, soprano dramática, bajo cantante, etc.).

Los datos más importantes para la clasificación de un cantante son la extensión de la voz y de su timbre y la longitud de las cuerdas en los casos dudosos. Pero más importancia tiene aún la *tesitura* (29).

En ocasiones ocurre que una voz muy extensa, como por ejemplo, la de un barítono, puede llegar a dar bien las notas de tenor con un timbre que oscila de tenor a

barítono; pretende clasificarse como tenor, como consecuencia de la preponderancia de los papeles de tenor, en general, y de los emolumentos más elevados que suelen cobrar, en igualdad de circunstancias. Pero si realmente su tesitura es de barítono, este defecto de clasificación será fatal para él, pues cantando fuera de su tesitura fuerza su voz y pronto será muy mal tenor, cuando hubiera podido ser un buen barítono.

De aquí la importancia de investigar y reconocer muy bien la tesitura de un cantante y de valerse de todos los medios que nos ayudan en estos casos para hacer una correcta clasificación. Valerse sólo del timbre es un mal procedimiento para clasificar la voz de un cantante.

El tono o altura de la voz hablada no corresponde siempre al de la voz cantada. Así ocurre también con el timbre. Es debido ello a los hábitos de adaptación funcional impuestos al órgano vocal y a los órganos de resonancia.

La prueba del ensordecimiento, al privar del control auditivo, puede ser útil para darse cuenta de la verdadera altura y timbre de la voz examinada, pues con ello se eliminan esos hábitos de adaptación funcional que acabamos de citar.

Hay que tener presente que aquí, como ocurre en general en la naturaleza, no son raras las discordancias entre los datos que hemos señalado al hablar de los caracteres del tipo biológico, sobre todo de los datos anatómicos. Y así se observan algunas veces cuerdas vocales lesionadas y cavidades de resonancia grandes, o viceversa. Esto y otras discordancias más, se ven con relativa frecuencia. De ahí que son poco comunes las voces muy bellas, fuera de lo común.

Es tanta la importancia de una buena clasificación para el futuro de un cantante de ópera que en los conservatorios oficiales se debería recomendar el examen de sus alumnos por el laringólogo y el médico foniatra (30).

1.5.5. Los registros en la voz

En la voz cantada hay dos registros: el registro de pecho o *primer registro*, y el registro de cabeza o *segundo registro*.

En el primero, toda la masa de las cuerdas (compuesta por el reborde mucoso, ligamento de las cuerdas y músculos de las mismas, o sea el haz interno del músculo tiro-aritenoideo) vibra. En éste registro para las notas graves, la tensión de las cuerdas vocales es moderada y para las notas agudas es mucho mayor.

En el registro de cabeza, o segundo registro, las cuerdas no vibran en todo su espesor, como ocurre en la voz de pecho, sino que solo lo hacen en el reborde mucoso y los ligamentos de las cuerdas, mientras que el músculo no vibra.

El registro de pecho se llama también voz de pecho y al registro de cabeza se le designa voz de cabeza. Estas designaciones pueden inducir a error al interpretar como efectos de resonancia lo que es sólo originado por las diferencias de vibración en las cuerdas vocales.

El hombre canta los dos tercios de su extensión en voz o registro de pecho y solamente el tercio superior le añade la voz o registro de cabeza. La mujer, por el contrario, canta el tercio inferior de su extensión, que es el que corresponde a las frecuencias más graves con voz de pecho y los dos tercios superiores del registro con voz de cabeza mayoritariamente.

En general, el registro de cabeza comienza en el hombre en las cuatro o cinco notas más agudas de su tesitura y en la mujer existen algunas sopranos que de las dos o tres octavas de su voz sólo tienen las cuatro o cinco notas más graves en voz de pecho.

El registro de pecho se reconoce por la plenitud, volumen y mayor robustez de los sonidos. En el registro de cabeza los sonidos son más delgados, menos voluminosos.

Se utilizan en las notas elevadas, llegando a adquirir en las notas agudas de la voz de la mujer una intensidad extraordinaria.

La cantidad de aire empleado por el cantante experto es mayor en el registro de pecho que en el de cabeza. Mientras que en el no experto pasa lo contrario, siendo verdaderamente un problema para el canto y para él. El *passagio* o pasaje es la zona de transición entre un registro y el consecutivo.

Otro tipo de voz es la voz de *falsete*, en la que la voz se produce sin que las cuerdas estén animadas de vibraciones visibles, dando la sensación de que dejan pasar el aire como la boca al silbar.

En Inglaterra y en los Estados Unidos son sinónimos voz de cabeza y voz de *falsete*.

En Alemania llaman algunos a la voz de *falsete*, voz de cabeza no cultivada. Los franceses protestan de todo ello, haciendo constar que no se puede comparar el bonito sonido de la voz de cabeza al sonido más delgado de la voz de *falsete*. No pueden compararse y menos equipararse las voces de cabeza y de *falsete*.

El paso de registro de voz de pecho a la de cabeza debe hacerse sin que se note. Esto solo lo hace el profesional entrenado. Esto es lo que se llama homogeneizar la voz. La voz homogénea tiene, naturalmente, el paso de registro, pero no se nota (30).

Desde el punto de vista didáctico, hay profesores de canto que niegan la existencia de registros, invitando a sus alumnos a ejercitar su extensión vocal “de manera natural”. Las escuelas que aceptan la existencia de registros tampoco son unánimes en cuanto al número de registro y su denominación.

Podemos encontrar variaciones respecto a la clasificación de los registros según las escuelas, aunque son constantes los registros de pecho y de cabeza. Con el primero se consiguen los sonidos graves-medios y con el segundo los medios-agudos.

En el clásico libro de Emil Behnke, *The Mechanism of the Human Voice*, escrito en 1880, se define un registro como una serie de tonos que son producidos por el mismo mecanismo. Tanto para el hombre como para la mujer, hay tres registros: el de pecho, el medio y el de cabeza (30).

Para otros autores el hombre posee solo dos registros: el registro modal o normal y el registro *falsetto* o de cabeza, y en la mujer se describen tres, el registro de pecho, el registro medio, equivalente al *falsetto*, y el registro de cabeza (27). En general, se acepta que existen el registro de pecho, el registro medio, el registro de cabeza y el registro *Whistle* o *Flute*.

Desde el punto de vista científico, la fuente de voz humana puede actuar en diferentes modos de oscilación. Estos modos se llaman registros vocales. En la voz masculina existen tres registros (32): *Pulse* o *vocal fry*, Modal o de pecho, *Loft* o *falsetto*. Depende de la interacción entre las resonancias subglóticas y la vibración de las cuerdas vocales (38).

La importancia de estudiar los registros reside en conocer qué mecanismos de voz son los adecuados para cada registro, para que el canto de forma repetida e intensa, como en una representación o en una gira de varios conciertos seguidos, no suponga una sobrecarga excesiva para las cuerdas vocales del cantante.

Asimismo, en la voz cantada, un cambio de un registro a otro, también llamado *passagio*, supone el paso de un mecanismo de voz a otro, y por lo tanto una ruptura en el continuo de la emisión de la voz cantada, y esto debe ser evitado.

1.5.6. El apoyo de la voz

El apoyar la voz es, en realidad, un reflejo condicionado de Pawlow. Es, como el sistema muscular, una sensación subjetiva, mezcla de las sensaciones internas consecutivas a las contracciones musculares, la resonancia de las cavidades, el balanceo entre el fuelle espiratorio y la laringe. En suma, el acoplamiento de todos los órganos que intervienen en el canto y que da lugar a la sensación que provoca

reflejos condicionales para la emisión de la voz, a los que los cantantes llaman *apoyar la voz*.

A algunos cantantes les parece que apoyan en sitios determinados; pero la sensación de este reflejo condicionado es importante y si varía por reeducación vocal, o por una intervención quirúrgica sobre los resonadores, el cantante tiene que volver a buscar nuevas coordinaciones para lograr los estímulos que condicionen su emisión vocal.

El oído musical es de primordial importancia. Recordemos que lo que oye el cantante desde su interior es diferente de lo que oímos los demás desde el exterior. El alumno debe aprender mucho con el ejemplo. De ahí, la importancia de un buen maestro.

1.5.7. Aprender a cantar

En la enseñanza del canto debe existir una época de formación preliminar que debe comenzar en el niño con ejercicios respiratorios y de solfeo. Es aconsejable que durante la época de la muda de la voz, es decir, de los catorce a los dieciséis años, en el varón, y un poco antes en la mujer, no forzar la práctica del solfeo (3).

El famoso descubridor de la laringoscopia indirecta, el profesor de canto don Manuel García, atribuía su voz defectuosa para el canto a no haber dejado de cantar ni de solfear durante la muda de la voz.

Hay excepciones a esta regla, pues su hermana María Felicia García, conocida universalmente por “la Malibrán”, por ser el apellido de su marido, fue una célebre *mezzo-soprano* y no dejó de cantar durante la muda de la voz. Otro tanto le ocurrió al padre de García, el conocido tenor Manuel García. Sin embargo, creemos más prudente dejar el solfeo y canto en las edades que hemos señalado por las posibles consecuencias funestas para la voz, que de otra manera pueden surgir.

Después del solfeo deben iniciarse los ejercicios progresivos de canto de una o dos horas diarias, ejercitando algo la voz en los intervalos.

El descanso absoluto de la voz en esta época y en cualquier otra suele ser perjudicial. El cantante ya formado tiene necesidad de seguir haciendo ejercicios todos los días mientras no canta; de otra manera, al perder entrenamiento, pierde cualidades. Adelina Patti (1843-1919), célebre *mezzo* italiana, decía a este respecto: "Cuando estoy un día sin hacer ejercicios de voz lo noto enseguida; cuando estoy dos lo notan los que me rodean; cuando estoy tres días o más, lo nota todo el que me oye; mi voz cambia y pierde notablemente" (*sus memorias*) (3).

Los grandes artistas cuentan un promedio de seis años para debutar en las debidas condiciones, es decir en plenas condiciones. Sin embargo, es muy frecuente que el cantante debute antes de encontrarse en estas condiciones que indicamos, por falta de estudios.

Durante los ejercicios de canto, el cantante debe acostumbrarse a adaptar la respiración a los nuevos ejercicios. No es que se necesite más aire que para hablar, sino que debe regularse perfectamente el aire expirado a la altura o intensidad de los sonidos a emitir, de acuerdo con la sensación de apoyo torácico-abdominal y la presión subglótica, así como a la precisión del ataque de las notas, ni antes ni después de la oclusión de la glotis.

La presión del aire en la glotis no debe ser ni demasiado fuerte ni demasiado débil, pues en tales casos las cuerdas tienen que suplir el defecto con un esfuerzo, perjudicial para ellas. Y este esfuerzo se localiza en las cuerdas, constituyendo lo que se llama *cantar en la glotis*.

Para la altura del sonido, en este caso la voz, se debe empezar por la *nota tipo*, que es la que el alumno da con más facilidad, y después hacer ejercicios hacia arriba y hacia abajo. Para la intensidad de la voz deben hacerse los ejercicios comenzando en *mezzo-forte* o en *forte*, nunca en *piano*. Los ejercicios fuertes desarrollan mejor todas las condiciones. Después se harán todos los *pianos* y las *filaturas* de menos a más y viceversa.

En cuanto al timbre, debe vocalizar con todas las vocales, guiado por el profesor, para conseguir el mejor timbre, según la manera de emitir la voz.

1.5.8. Los pasos de registro

Para que no se note el paso de un registro más bajo a uno más alto, hay que hacer lo que se denomina cubrir o girar la voz. Pero es cierto que hay maestros a los que esta denominación de “girar la voz” no les gusta.

El maestro de canto dispone de una prueba muy sensible para saber si existe esfuerzo durante el canto por trastornos neuro-musculares. Esta prueba es la de Fraschels, que consiste en hacer leer al alumno después de cantar, y si aparece disfonía en la voz hablada (voz durante la lectura) es que hace esfuerzos en el canto.

De cuanto hemos expuesto se deduce lo complejo que es el mecanismo de la producción de la voz y la perfecta utilización de ella en el canto para lograr siempre sus mayores frutos. La perfección en la voz cantada exige que todo el mecanismo de la fonación se halle anatómica y fisiológicamente dentro del mayor grado de normalidad posible.

Los resultados sobre el *passagio* o transición de un registro hacia el siguiente se deben evaluar sabiendo que existe habitualmente una variación entre los tipos de voz. Así, un tenor localizará su *passagio* en un tono o tono y medio más agudo que un bajo y, de la misma forma, una soprano situará la transición en notas más agudas que una mezzosoprano.

1.5.9. Los cuidados médicos del cantante

El otorrinolaringólogo y el médico foniatra serán los que han de tratar personalmente o dirigir el tratamiento de los trastornos de la voz en la voz cantada, en colaboración con el logopeda y el maestro de canto, según cada caso.

Ya hemos visto la misión del profesor de canto en la clasificación de las voces, en los estudios de solfeo, que en época oportuna debe hacer el alumno en los ejercicios de canto, incluyendo en ello la obtención del timbre más bello y adecuado, etc.

La ayuda del foniatra es importante en bastantes momentos de su carrera profesional, así como algunas veces la del logopeda. Pero cuando la actuación del otorrinolaringólogo es indispensable es cuando se presentan alteraciones en la voz, es decir, cuando aparece la patología de la voz cantada y especialmente cuando se tiene que recurrir a los tratamientos quirúrgicos.

El cantante, como cualquier otro ser humano, puede sufrir manifestaciones patológicas de distintos tipos: inflamatorias, traumáticas, tumorales, etc., pero existe una serie de ellas que son exclusivas de él, o mejor dicho, que las comparten con otros profesionales de la voz.

El examen de la laringe y los resonadores permite el diagnóstico de estas manifestaciones patológicas y con él imponer el correspondiente tratamiento. Así se puede diferenciar una laringitis aguda o crónica del cuadro de la *fatiga vocal*. Esta última exige del cantante el reposo vocal en todas las ocasiones y en algunas de ellas el uso adecuado de la voz con la correspondiente corrección técnica, por no estar bien impostada o clasificada, o por otra causa de las que antes hemos dicho previamente.

Los nódulos vocales, llamados nódulos de los cantantes, aparecen también como consecuencia del abuso y más frecuentemente del mal uso de la voz. Se corrigen suprimiendo la causa de su formación o con la rehabilitación, mediante logopedia en otros casos y puntualmente con el tratamiento quirúrgico.

Los mismos ejercicios del canto, aun correctamente realizados en todos los múltiples mecanismos que hemos señalado, en su producción y enseñanza, aun con la impostación más minuciosa y perfecta, pueden conducir a la aparición de nódulos en el tercio medio de las cuerdas vocales.

La fatiga vocal puede presentarse aunque la técnica sea correcta y la impostación buena. Esto ocurre, por ejemplo, en las óperas modernas, en las que no están bien calculadas las pausas musicales con las respiratorias, por lo que fatigan al cantante, que necesita, para cantarlas, un entrenamiento y una resistencia particulares.

Cantar junto a la orquesta, es decir a la misma altura en el espacio, al mismo nivel del cantante, o el que el cantante se encuentre entre los individuos de la orquesta, como en los conciertos, es otro de los motivos que determinan su fatiga, ya que involuntariamente eleva su voz y se ve obligado a esfuerzos respiratorios inhabituales que le fatigan.

En las óperas italianas y francesas, sobre todo en las de Giuseppe Verdi (1813-1901) y Jules Massenet (1842-1912), en general, los sonidos altos no figuran al principio de la frase musical, con lo que la voz tiene tiempo de *calentarse* y la respiración se suaviza; pero en las de Richard Wagner (1813-1883) y Johann Strauss (1804-1849) no se tiene en cuenta esto y por ello son mucho más fuertes para la voz del cantante. Ahí la importancia crucial de la buena elección del repertorio, adecuado a cada voz, y disponer de los mejores recursos técnicos (31).

En cualquier alteración de la función vocal en el cantante, además de la exploración de las cuerdas, es imprescindible el examen de los resonadores supralaríngeos. En los procesos patológicos de estos en los cantantes hay que ser muy estrictos en lo que a su tratamiento quirúrgico se refiere, ya que con este tratamiento se puede alterar, no sólo el timbre de la voz, sino la manera de apoyarla, trastornando su medio de emisión y con todo ello el mecanismo del canto a que estaba acostumbrado el artista (32,33).

Otro tipo de patología poco comentada, es la obesidad y su tratamiento con el balón intragástrico. Se trata de una esfera de silicona flexible y blanda, que se introduce en el estómago del paciente mediante endoscopia. Sin embargo uno de los problemas que puede conllevar es la reducción del fiato, ya que modifica la movilidad del diafragma, y con ello produce el mismo efecto que se da en embarazadas en el tercer trimestre, donde el útero se ha distendido para alojar al feto.

1.6. Técnicas de la exploración de la voz y sus aplicaciones

Para poder analizar el conjunto de los hechos que participan en la producción de la voz, el examen foniátrico trata de valorar la morfología del órgano, su funcionalidad y analizar el resultado final de la presión sonora. Esta conlleva dos tiempos, el examen funcional y psicoacústico de la voz, en el que se miden los parámetros acústicos y el comportamiento vocal, y el examen instrumental, que comporta el examen laringoscópico, la videolaringoestroboscopia y el análisis acústico instrumental de la voz.

Hasta hace unos años, la exploración foniátrica se basaba tan sólo en el análisis de la calidad de la voz y de su funcionamiento, pues no había técnicas con las que observar y poder medir las funciones de la voz. Actualmente, se dispone de los medios e instrumental necesario para ello.

1.6.1. Análisis subjetivo: Escala GRABS

Esta valoración incluye los análisis más frecuentes, como el análisis perceptivo, que es un método de referencia, y la descripción analítica, que está basada en 5 parámetros:

- **Grado (G)** = gravedad general de la disfonía.
- **Rugosidad (R)** = grado de voz ronca.
- **Respiración (B)** = voces sopladadas (ruido de fuga de aire laríngeo).
- **Astenia (A)** = astenia vocal, voz hipotónica, falta de potencia vocal.
- **Tensión (S)** = tensión de la voz, voz hipertónica, voz forzada.

Las categorías para cada parámetro van de 0 a 3, donde 0 representa la normalidad y 3 representa la mayor alteración (13).

Esta escala no contempla determinadas características importantes, como cambios en la altura tonal media, bitonalidad, espasmos, temblor vocal y golpes vocales. Es una escala que se elabora con la valoración subjetiva de los parámetros expuestos.

Esta es la escala más utilizada como evaluación de la calidad vocal. Fue propuesta por Hirano en 1989 y luego retomada por Dejonckere en 1996.

Esta escala se creó con el objetivo de intentar mitigar la imprecisión semántica a la hora de evaluar la calidad de la voz, simplificando y aunando criterios. Tiene la ventaja de poder ser utilizada en la práctica clínica cotidiana, aun teniendo en cuenta que puede dar lugar a errores derivados de la subjetividad de la evaluación.

1.6.2. Análisis acústico del sonido

Es el análisis computarizado de la señal de sonido vocal.

El sonido se descompone en sus componentes frecuenciales, que son frecuencia fundamental (F0), los armónicos y los formantes. Este análisis permite realizar 2 grupos de mediciones:

1.6.2.1. El cálculo de la frecuencia fundamental (F0) y de sus variaciones:

- Se realiza mediante software de análisis automático sobre la hipótesis de que el sonido de la voz es puramente periódico.
- En el hombre sin patología es de 100 Hz, en la mujer es de 200-250 Hz, y en los niños es de 300-350 Hz.
- Variabilidad de la frecuencia fundamental (F0) por las perturbaciones externas (movimientos de la cabeza, del cuello y respiratorios). Esta variabilidad es la que confiere una calidad natural de la voz humana.
- *Jitter*, que son las variaciones de la (F0) que se producen al temblar la voz.
- *Shimmer*, que son las variaciones en la intensidad del sonido en comparación con la intensidad media. También lo podemos definir como brillo.
- H / B (armónico / ruido), que permite evaluar el contenido no armónico de la voz (ruido de la turbulencia del aire).
- Voces patológicas: el sonido laríngeo se desvía del modelo de sonido periódico según los cálculos automáticos del *Jitter* (fluctuación de fase). *Shimmer* (brillo) y

la relación H / B no serán interpretables y se deben realizar cálculos manuales, pero esto está aún en el campo de la investigación fundamental.

1.6.2.2. El fonetograma, que es el gráfico de la (F0) en función de la intensidad vocal:

- Es la medida del rendimiento extremo de la laringe, pues mide la extensión total de voz en términos de tono y sonoridad.
- Rango normal de intensidad = 50 dBs.

1.6.2.3. Cálculos de la totalidad del espectro sonoro.

- Muestra los armónicos y sus intensidades relativas, los formantes y las irregularidades de la señal.
- Permite diferenciar las disfonías, pero esto no se hace en la práctica corriente.

1.6.3. Análisis aerodinámico vocal

Evalúa la utilización laríngea del aire pulmonar para la producción de la voz y distinguimos:

1.6.3.1. El **tiempo máximo de fonación** es una prueba simple.

Se define como el mayor tiempo que un paciente es capaz de mantener, tras una inspiración profunda, el sonido vocálico emitido a un tono e intensidad cómodos. Generalmente se realiza la prueba tres veces y se toma el tiempo mayor.

- Permite cuantificar el uso del aire pulmonar en la fonación (depende de la capacidad pulmonar vital).
- Inspiración profunda y emisión de una vocal sostenida (/ a /) en fonación confortable el máximo tiempo posible.
- Los valores normales son en varones de 25-35 segundos, y en mujeres de 15-25 segundos (hombre > mujer > niños).

- Se puede corregir este valor (si hay un problema pulmonar que reduce la capacidad pulmonar vital) calculando el cociente fonatorio (capacidad vital / tiempo máximo de fonación.)
- Esta prueba nos proporciona información sobre la integridad glótica, el apoyo respiratorio o ambas cosas. En general, un tiempo inferior a 10 segundos indica un uso inadecuado del aire a nivel glótico, siempre que la función pulmonar sea normal.

1.6.3.2. Débito aéreo fonatorio con la ayuda de un neumotacógrafo (transducción de presión) durante la emisión sostenida de una vocal.

- Frente a la boca, conectado al dispositivo.
- Flujo de aire promedio en el aire = 165 ml / s.

1.6.3.3. Medición indirecta de la presión subglótica.

- Mide la presión intraoral durante la producción de una sílaba repetida que comprende a una vocal y una consonante oclusiva no sonora (/p /).
- Durante la producción de la consonante, las cuerdas vocales están en abducción, por lo que la presión se equilibra entre la subglotis y el tracto vocal. Así que la presión medida en la cavidad oral (tracto vocal) es igual a la presión subglótica.
- Presión intraoral normal en fonación cómoda igual a 4,9 a 8,8 cm de H₂O.
- Esta presión aumenta después de la cirugía laríngea para el cáncer. Cuanto mayor es la resección de las estructuras anatómicas, mayor es la presión intraoral.

1.6.3.4. Índice de incapacidad vocal (VHI) o voice handicap index.

Es una ayuda muy simple y apropiada para cuantificar las sensaciones subjetivas respecto al problema vocal. Se ha de tener en cuenta que no hay ninguna forma objetiva de cuantificar el grado de incapacidad que produce una alteración vocal en la vida diaria y profesional de una persona, ni su repercusión emocional. Estos

cuestionarios sirven, además de para tener conocimiento del problema de voz, para ayudar a planificar el tratamiento y para valorar los resultados del mismo (14).

El *Voice Hándicap Index* comprende 30 preguntas validadas, divididas en tres grupos de 0 a 4, y cada grupo consta de 10 preguntas que se refieren a aspectos funcionales, a los efectos que el problema vocal tiene para las actividades cotidianas, a los emocionales o psicológicos y al aspecto psíquico que es detectable por la percepción de las características de la voz.

Aunque la lista de las preguntas a realizar puede ser exhaustiva han de incluir al menos éstas:

- Alteraciones en las estructuras que participan en la fonación: patología endocrina, intubaciones, cirugía cervical, etc.
- Factores que predisponen a la irritación de la unión aero-digestiva: infecciones ORL, reflujo gastroesofágico, tabaco, alcohol, etc.
- Situaciones de esfuerzo en posición de cierre glótico: tos, deporte, etc.
- Causas que puedan perturbar el control de la producción vocal: patologías auditivas, exposición a ruidos, patologías neuropsiquiátricas, etc.
- Medicaciones habituales del paciente, que pueden provocar sequedad del tracto vocal, tales como, antihistamínicos, hipotensores, simpaticomiméticos, parasimpaticolíticos, antidepresivos tricíclicos, etc.

1.6.3.5. Índice o cociente fono-respiratorio

Este índice relaciona la función pulmonar y laríngea. Se basa en el hecho de que los individuos normales son capaces de sostener la emisión de una vocal durante un tiempo igual o levemente inferior al mantenido durante la emisión del fonema sordo *s*, emisión que se efectúa con la glotis abierta, pasando el aire entre los dientes y modulándolo con la lengua. El valor normal del índice es cercano a 1; si es mayor de 1,4 es patológico e indicativo de un cierre laríngeo defectuoso.

En los pacientes disfónicos, el tiempo de emisión de la vocal está más o menos reducido, por lo que el valor del cociente s/e aumenta. De esta forma, los valores superiores a 1,5 se relacionan con defectos de cierre glótico provocados por diferentes lesiones que, a causa del escape aéreo glótico, provocan un menor tiempo de emisión vocálica.

1.6.4. Videoestroboscopia

Permite la visualización de los movimientos vibratorios de la mucosa de las cuerdas vocales. Utiliza una luz de destellos intermitentes con la que se captura una imagen del ciclo fonatorio.

El montaje de estas imágenes permite:

- Visualizar los movimientos de ondulación de la mucosa de las cuerdas vocales en abducción y aducción.
- Localizar la anomalía de las cuerdas vocales.

Técnica: es un equipo de video digital con grabación de la imagen. Muestra las asimetrías y defectos de vibración de las cuerdas vocales y ayuda en el diagnóstico de las disfonías. Es una exploración muy útil en casos patológicos tales, como las parálisis laríngeas, las cicatrices de las cuerdas vocales, pólipos o nódulos, ya que es frecuente que en estas anomalías se modifiquen las ondulaciones de la mucosa.

Hay alguna excepción como es la asimetría de la onda que se puede presentar en el 10% de la población sin patología laríngea previa.

1.6.5. Medidas electrofisiológicas

- **Electroglotografía**

Es la medición no invasiva de la impedancia eléctrica translaríngea. Los electrodos se colocan a cada lado del cartílago de la laringe y en cada vibración fonatoria, la impedancia disminuye durante la aproximación de las cuerdas vocales y luego aumenta al separarse estas.

- **Medición fisiológica de la frecuencia fundamental (F0)**

Las principales dificultades que se plantean en su cuantificación son la experiencia del operador y las diferencias del cartílago tiroideos después de cirugía. No es útil en la valoración de la disfonía.

- **Electromiografía**

No se utiliza por ser un método invasivo. Sin embargo, permite diferenciar los factores neurogénicos y miogénicos de la afectación de la articulación crico-aritenoidea.

Nota aclaratoria: Algunos fonemas tienen sonido, y son llamados sonoros (o tonales). Entre los ejemplos están las vocales y algunas consonantes (m, l, d, b y r, por ejemplo). Otros fonemas no involucran la vibración de las cuerdas vocales, tales como las consonantes h, j, t y s, y son llamados sordos (no tonales). Por lo tanto, en las consonantes sordas no vibra la laringe.

- **Ecografía**

Mediante la ecografía se puede visualizar y analizar el comportamiento de las cuerdas vocales durante las maniobras de respiración tranquila y durante distintas vocalizaciones. Los resultados obtenidos muestran que la técnica ecográfica presenta mayor resolución en el caso de los niños y niñas que en los adultos. En estos últimos, la visualización es mejor en las mujeres que en los hombres.

Dado que la ecografía permite captar procesos dinámicos en tiempo real, se han realizado diversas filmaciones de las cuerdas vocales durante la emisión de voz emitiendo notas graves y agudas, especialmente en sopranos y contralto. En ambos casos, los pliegues vocales tienen un comportamiento análogo, observándose en el caso de las notas agudas una mayor tensión de los pliegues durante la fonación.

Creemos que la ecografía es una técnica muy interesante para el estudio de la laringe en cantantes. Se transforma, entonces, en estos pacientes en una herramienta no

invasiva de valoración funcional, la cual aporta datos que se le escapan a los métodos invasivos (todos aquellos que se localizan profundos a la mucosa).

Las ventajas más importantes de la ecografía complementan aquellas áreas en donde la TAC y la RM presentan limitaciones, sumando los beneficios universales de la ecografía: accesibilidad, economía y mayor resolución espacial. Podría entonces plantearse como un método de imagen complementario a la TAC y RM.

Las limitaciones del método, dependen de la presencia y el grado de calcificación de los cartílagos tiroideos y cricoides (presentes en el 80% de la población adulta) los cuales constituyen las ventanas fundamentales para la valoración de estructuras “profundas” del órgano.

1.7. Hormonas y voz cantada: Influencia de las hormonas sexuales en la voz de las cantantes profesionales de ópera

La influencia de las hormonas sexuales en la voz femenina de las cantantes es un fenómeno frecuente e importante para su carrera profesional y evidencia que “muchos de los problemas de voz que se dan en las cantantes de ópera son debidos a los cambios hormonales que se presentan a lo largo de sus carreras profesionales y que las cantantes deben ser conocedoras de su existencia y consultar con el médico especialista otorrinolaringólogo experto en la laringe de los cantantes” (34).

La laringe humana es un órgano es muy sensible a los cambios hormonales. Hay tres hormonas que influyen en la voz; los andrógenos, los estrógenos y la progesterona. Cada hormona tiene una función especial sobre la voz. Esta influencia es primordial en la pubertad y persiste a lo largo de nuestra vida (34).

La voz femenina ejerce un encanto especial en los oídos, y así fue descrita desde la época de la civilización griega, refiriéndose al poder de atracción del canto de la sirena, pero... en un tercio de las mujeres, la voz cambia durante el ciclo menstrual, debido al edema de las cuerdas vocales secundario, y a los niveles de estrógenos y progesterona durante los 4 días que preceden a la menstruación, que provocan sequedad laríngea y necesidad de aclarar la garganta, una menor agilidad para cantar, y un registro vocal más estrecho. Si la voz se fuerza en esta fase, el riesgo de formación de nódulos es alto (18).

Las variaciones hormonales a lo largo de la vida profesional pueden desencadenar discretos edemas de las cuerdas vocales, congestión u otros problemas durante el ciclo menstrual normal o incluso cambios significantes debidos a la caída dramática de los estrógenos en la menopausia. También es preciso mencionar que los tratamientos con contraceptivos orales, que contienen progesterona, pueden cambiar para siempre su voz.

Todos los cambios fisiológicos observados en la función laríngea de la mujer debido al desequilibrio hormonal o a las fluctuaciones cíclicas que acompañan al ciclo menstrual alteran la calidad de la voz.

Las mujeres tienen una prevalencia de trastornos de la voz significativamente mayor que los hombres (46,3% frente a 36,9%), y las fluctuaciones hormonales tienen una clara diferencia entre los dos grupos (34).

Al revisar la literatura que relaciona las fluctuaciones hormonales y la producción de la voz femenina vemos que la laringe se describe como un órgano sensible a la influencia de las variaciones y concentraciones hormonales. Esto significa que los cambios hormonales pueden afectar la estructura normal de las cuerdas vocales, la integridad del tejido y a su función fonatoria (35). Estos desequilibrios hormonales pueden asociarse a una variedad de factores, tales como el estrés, el síndrome de ovario poliquístico, el embarazo, el tratamiento para el control de la natalidad, la disfunción tiroidea, la diabetes y/o los trastornos endocrinos en general.

1.7.1. El papel de las hormonas

Etimológicamente, el término “hormona” procede del griego *Horman*, usado por Hipócrates para designar “excitación”. En 1905, el fisiólogo inglés Ernest Starling (1866-1927) fue el primero que introdujo el término “hormona”, refiriéndose a un mensajero químico que llegaba a las células a través de la circulación sanguínea y producía una acción específica o el crecimiento o inhibición de algunas partes del cuerpo humano.

Así, por ejemplo, la adrenalina tiene efecto sobre el corazón, produciendo excitación. La testosterona aumenta la libido y los estrógenos y la progesterona desencadenan la menstruación. A su vez, los estrógenos, la progesterona, los andrógenos y la testosterona tienen gran afinidad por los tejidos de la laringe, en la que producen cambios y modifican la calidad de la voz.

Las diferentes hormonas sexuales en la mujer tienen distintas responsabilidades dentro del cuerpo femenino. Las hormonas de mayor interés a menudo son los estrógenos, la progesterona y la testosterona.

Los estrógenos son principalmente hormonas femeninas responsables del funcionamiento y crecimiento de los órganos reproductores femeninos. Las reducciones en los niveles de los estrógenos producen sequedad de las mucosas y un exceso de estrógenos causa retención de líquidos. El bienestar general de la mujer también se ve influenciado por los niveles de estrógenos, ya que un nivel de estrógenos equilibrados se asocia con una energía óptima, un sueño reparador, claridad en el pensamiento y una mayor concentración y memoria.

La progesterona es otra hormona femenina que equilibra los efectos de los estrógenos y a veces se la conoce como la hormona relajante. Actúa construyendo el revestimiento uterino, disminuye o inhibe la permeabilidad capilar, lo que aumenta la hinchazón y tiene efectos deshidratantes en la mucosa, haciendo que el moco sea más denso y más opaco. La progesterona causa un aumento en la temperatura basal y desaparece en la menopausia.

La testosterona se considera, principalmente, como una hormona masculina, pero también se produce en niveles bajos en las mujeres y es vital para ellas. La testosterona ayuda a hombres y mujeres a mantener la masa muscular y la fortaleza ósea, así como la sensación de bienestar y energía. El aumento de la testosterona en las mujeres puede hacer que disminuya la frecuencia fundamental de la voz y puede tener un efecto de engrosamiento y de sequedad en la mucosa laríngea (2). La disminución de la testosterona en hombres y mujeres puede causar una disminución en la masa muscular.

Los estrógenos segregados por los ovarios tienen un efecto fisiológico positivo sobre la característica de la laringe femenina de las cantantes. La presencia de los estrógenos induce a la hipertrofia y proliferación de tejido celular, lo que produce un engrosamiento del recubrimiento mucoso de las cuerdas vocales, ocasionando una mayor amplitud de vibración de las cuerdas vocales, así como una disminución de la

producción del moco laríngeo, lo que conduce a la necesidad de tener de aclarar la voz constantemente, por calentamiento de las cuerdas vocales.

Los estrógenos mejoran también la oxigenación de las cuerdas vocales y aumentan la permeabilidad de los vasos sanguíneos y capilares en ellas (36). En realidad, la función más importante de los estrógenos es preparar los tejidos de los órganos reproductores para que actúe la progesterona, que también se produce en los ovarios. Esta modificación de los recubrimientos mucosos, especialmente los del útero, son los que permiten que el óvulo se implante durante el periodo fértil, o sea, en las edades entre 15 a 55 años (40).

La progesterona, así mismo, tiene la acción de espesar las secreciones de las glándulas situadas en el recubrimiento mucoso de las cuerdas vocales. Esta interacción de las dos hormonas puede hacer que el contenido intersticial de los tejidos se extravase y como consecuencia se produzca un edema de las cuerdas. Pero para evitarlo, la progesterona frena la extravasación capilar. Gracias a la acción equilibrada de estas dos hormonas se produce un equilibrio en los líquidos del interior de las cuerdas vocales, pero cuando hay un desequilibrio entre ellas se produce, como consecuencia, una anomalía en la vibración vocal y un patrón de ondulación patológica.

La progesterona también produce disminución del tono muscular de las cuerdas con mayor permeabilidad vascular, con lo cual se favorece un edema de las cuerdas vocales durante la semana previa a la menstruación. Si hay un equilibrio entre las dos hormonas, el edema de la cuerda vocal será mínimo (19).

En general, las mujeres tienen una escasa secreción de hormonas masculinas, andrógenos y testosterona. La testosterona influye en su libido y a niveles bajos, mejora la producción de los armónicos de tono bajo en su voz. Pero, si su secreción es alta, se produce hirsutismo. Esta masculinización de la voz debido a dosis altas de hormonas masculinas es una condición irreversible en la mayoría de los casos, según diversos autores (41).

La mucosa de la laringe y la del cérvix uterino tienen mucha similitud, pues ambas contienen células escamosas epiteliales en su capa mucosa de recubrimiento y se modifican durante el ciclo menstrual (35).

1.7.2. ¿Qué ocurre en la laringe durante la pubertad?

Los seres humanos nacemos con las características sexuales básicas que nos definen como hombre o mujer, según tengamos pene o vagina. Después, las características secundarias aparecen durante la pubertad; en la mujer los senos mamarios y la barba en el hombre. La laringe también se diferencia en el hombre; por ello que se la considere como una característica sexual masculina secundaria.

Cuando oímos el llanto de un bebé, observaremos que no tiene una distinción de género. A lo largo del desarrollo del ser humano se va diferenciando la voz progresivamente por la secreción de las hormonas sexuales. Es, precisamente, en la pubertad cuando la acción progresiva de las hormonas va a diferenciar a los chicos de las chicas por la presencia de la proyección laríngea y por el timbre de la voz emitida. Esto lo conocemos como el rango vocal pre-puberal del adolescente (42).

Los cambios de la voz en los niños empiezan sobre los 7-8 años y se hace en tres fases (42). La pre-mutación en los niños se presenta entre los 8-9 años y en las niñas a los 7 u 8 años; la verdadera mutación entre los 14-15 años en los niños y la post-mutación viene a continuación (43). En esta fase de la pre-mutación se establecen los niveles máximo y mínimo de la intensidad de la voz hablada y cantada, con una disminución del tono fundamental (43).

En los niños pequeños, la voz es denominada “voz blanca” por su pureza y frecuencia fundamental. Luego, en los niños, la voz, durante el periodo de la pubertad, baja una octava. Esto ocurre en dos fases, antes y después de los 8 años. En este periodo, es frecuente que la voz se rompa debido al crecimiento acelerado de la laringe y de los músculos y ligamentos laríngeos (43).

La voz de las niñas, en este periodo de la pubertad, se comporta de un modo diferente. Cambia gradualmente en dos fases a los 6 y a los 11 años. El primer cambio ocurre inmediatamente antes de la pubertad y el segundo en medio de ella. Los signos de la pre-mutación aparecen entre los 7- 8 años. El otro cambio de la voz en las niñas ocurre entre los 16-17 años, con una duración de 6 a 12 meses. La voz de las niñas solo experimenta una bajada de algunas notas de su rango vocal, ya que el crecimiento de su laringe no se acompaña de la descarga masiva de testosterona, como en los niños. Esto hace que el cambio de la voz en la mujer sea gradual y continuo. Este cambio es más suave y está regulado por los estrógenos y la progesterona (43).

Muchas veces se desconocen estos hechos que ocurren en las fases de pre y post-pubertad en los niños, así como su presentación cronológica, y entonces se les fuerza a cantar con una frecuencia demasiado aguda, con lo que estos niños van a tener una fatiga vocal y pueden desencadenar, como consecuencia, problemas patológicos (44).

La fisiología normal de la voz del adolescente representa unos cambios en un periodo corto de tiempo que son los que hacen pasar la voz de niño a la de adulto y solo al final de este periodo se podrá valorar la tesitura real de los jóvenes cantantes. Su rendimiento vocal se definirá al final del desarrollo de la laringe en los niños (45).

1.7.3. Vínculos entre la endocrinología y la voz

La endocrinología es la especialidad que trata la acción, el nivel y el efecto de las hormonas en el cuerpo humano. En 1980, Sataloff fue el primer otorrinolaringólogo que se interesó en explorar los efectos de las hormonas sobre la voz humana (46). En su artículo titulado *Hormones and the Voice*, detalla las respuestas de la voz a las variaciones de las hormonas tiroideas y de las hormonas sexuales y establece que muchas disfonías son debidas a los cambios de los líquidos que se acumulan en la lámina propia que se encuentra debajo de la capa mucosa laríngea de las cuerdas vocales. Así mismo, estas hormonas producen cambios en el grosor de las cuerdas vocales, causando variaciones en la calidad de la voz (47).

Un déficit de hormona tiroidea, sobre todo en las cantantes femeninas de cierta edad afectas de hipotiroidismo, ocasiona la presencia de síntomas tales como disfonía, ronquera, sensación de voz velada, fatiga vocal, pérdida del rango vocal, lentitud, sonido amortiguado y a veces, el sentimiento de tener un cuerpo extraño en la laringe (48).

En los cantantes con hipotiroidismo marcado, la disfonía se debe al edema de las cuerdas vocales y a la congestión del músculo vocal. Por otro lado, el hipertiroidismo, responsable de la tirotoxicosis, afecta, también, la voz del cantante, produciendo disfonía. Ambos cuadros son controlables y reversibles con el tratamiento hormonal adecuado.

1.7.4. El síndrome vocal premenstrual (SVPM)

La mujer está influenciada por el ciclo menstrual de 28 días que le ocasiona una secreción hormonal periódica en distintas fases cada mes, que influyen, entre otras cosas, sobre el estado de la voz.

Estas variaciones hormonales son para que el cuerpo femenino se prepare para la concepción, embarazo y el parto (49). Los acontecimientos que ocurren en el ciclo menstrual están regulados por el hipotálamo, que sintetiza las hormonas liberadoras de gonadotropinas (GnRH) que, a su vez, estimulan a la glándula pituitaria, órgano rector de todas las glándulas de nuestro organismos, y ésta libera dos hormonas que actúan sobre los ovarios; la hormona estimulante folicular (FSH) y la hormona luteinizante (LH). Cuando la FSH alcanza los ovarios se produce la secreción de estrógenos y empieza la fase folicular del ciclo menstrual. Los niveles de estrógenos aumentan rápidamente con el fin de preparar al útero para que el óvulo se libere y sea fecundado (50).

Al comienzo de la fase folicular, el revestimiento de la pared uterina es más fino y al final es más grueso. La fase folicular dura 14 días, lo que cuenta el primer día de la menstruación como el día uno (48). Los niveles de estrógenos están en su nivel más alto en el día 14 del ciclo, lo que hace que se produzca la ovulación y se secreten grandes cantidades de progesterona. Esto marca el comienzo de la fase lútea, que se

centra en la preparación del útero para el embarazo. Si el óvulo es fertilizado, la progesterona será segregada durante el embarazo. Si el óvulo no es fertilizado, los niveles de estrógeno y progesterona se desploman y el grueso revestimiento de la pared uterina se elimina como flujo menstrual, lo que indica el final del ciclo menstrual (51).

"El efecto del ciclo menstrual sobre la voz" es un tópico de mucho debate e investigación (51). Durante el periodo premenstrual, las cantantes experimentan problemas que no se pueden clasificar como psicógenos o relacionados con la ansiedad (50). La evidencia empírica de una relación entre las fases de la menstruación relacionadas con la calidad de la voz proporciona la comprensión de esto a través de entender este concepto (34).

En el estudio que hace Abitbol, examinando y comparando el tejido cervical y un frotis de la mucosa de recubrimiento de las cuerdas vocales en el mismo día de las fases folicular y luteínica, las dos muestras de tejido se componen de las mismas células epiteliales escamosas. Concluye afirmando que "la correlación fue extraordinaria y perfectamente concordante con todas las pacientes en la ovulación en los días 25-27 del ciclo" (35).

El término síndrome premenstrual (SPM) es ampliamente utilizado en referencia a un malestar general experimentado por algunas mujeres antes de la menstruación, durante la fase lútea del ciclo menstrual. Los síntomas asociados con el SPM incluyen depresión, ansiedad, irritabilidad, letargo, cambios en el apetito, hinchazón, dolores de cabeza, dolor en las articulaciones o en los músculos y otros cambios emocionales y físicos que incluso pueden interferir con la función ocupacional de la persona afectada (18). El SPM no se manifiesta en todas las mujeres, aunque el 75% presenta algunos cambios físicos de los mencionados que ocurren durante la fase del período premenstrual (45).

Sataloff explica que los efectos negativos de los cambios de la voz durante el SPM se conocen como *Laringopathia premenstrualis*, que es "una afección común causada

por alteraciones fisiológicas, anatómicas y psicológicas secundarias a los cambios endocrinos" (46).

Los cambios en la voz pueden estar presentes durante el SPM. A estos nos referimos, a menudo, cuando mencionamos que el síndrome vocal premenstrual (SVPM) es el cambio en la estabilidad de la cuerda vocal debido a fluctuaciones de los niveles hormonales (47).

Los síntomas comunes que se producen incluyen fatiga vocal, pérdida de los tonos altos y la capacidad de cantar a voz baja, pérdida de fuerza en la voz y una disminución de armónicos, con el resultado de un sonido ronco.

En los días previos a la menstruación se presenta sequedad de la laringe, debido a la inestabilidad de los niveles de estrógenos y de progesterona, y esta sequedad lleva a la necesidad de carraspear para limpiar la garganta. El exceso de tensión vocal durante esta fase podría, eventualmente, conducir a la aparición de nódulos en las cuerdas vocales (49).

En un estudio realizado por Ryan y Kenny en cantantes expertas se valoró su habilidad para cantar el aria *O mio babbino caro*, de la ópera *Gianni Schicchi* de Giachomo Puccini, en varios momentos a lo largo del periodo menstrual, para medir los cambios en sus voces en relación al ciclo hormonal. A estas cantantes se les pidió que mantuvieran un diario con todos sus síntomas físicos que les acontecían en relación a los estados de ánimo y la producción vocal. Relataron todos los síntomas vocales esperados, tales como ronquera, fatiga vocal, pérdida de fuerza y disminución de la amplitud al cantar durante la menstruación (52). El estudio concluyó que, aunque las cantantes fueron capaces de determinar con precisión en qué momento de su ciclo se tomaron las grabaciones, los que las revisaban no lo fueron. Esto quiere decir que los síntomas de SVPM son, a menudo, más evidentes para la cantante que para el oyente. Este resultado pone de relieve la complejidad del efecto percibido de los cambios hormonales en la voz femenina durante el canto. Esto coincide con la observación de Sataloff de que los síntomas de SVPM son a menudo más evidentes para la cantante que para el oyente (46).

Otro síntoma del síndrome premenstrual de la cantante es el cansancio y la pérdida del pianísimo, alteración de algunos armónicos en el registro más alto con pérdida de la voz, siendo ésta más velada. Es la disfonía típica días antes de la regla y los dos primeros días de la misma, además de los cambios psicológicos que le afectan, el malestar abdominal y una mayor tensión de tipo nervioso (20).

El desequilibrio repetitivo entre estrógenos y progesterona en la última semana del ciclo menstrual causa un edema vocal cíclico, como ocurre con sus piernas, que a menudo les obliga a forzar su voz, pero a pesar de todo, y en realidad, todos estos síntomas son más evidentes para la cantante que para el oyente, como se ha mencionado anteriormente.

1.7.5. Efectos de los anticonceptivos en la voz cantada femenina

La anticoncepción oral fue aprobada para su uso por la *Food and Drugs Administration* (FDA) en los Estados Unidos en 1960. En las primeras generaciones de estos fármacos, se aconsejaba a las cantantes profesionales no tomarlos, debido al riesgo de dañar permanentemente la voz. Este riesgo estaba vinculado al hecho de que las primeras generaciones de la píldora contenían testosterona y niveles elevados de andrógenos, que son agentes virilizantes, que se sabe que causan una masculinización permanente de la voz, alterando así la profundidad y estabilidad del timbre entre los registros (53).

Lã (41) describe el equilibrio dentro de los registros femeninos como delicado y exigente, en contraste con la voz hablada, debido a la complejidad del equilibrio entre los dos principales músculos antagonistas del mecanismo de la voz; el músculo tiroaritenoso, que contrae las cuerdas vocales, y el músculo cricoaritenoso que las estira. Cualquier cambio en el volumen de estos músculos y ligamentos comprometerá la calidad de la voz de canto (53).

Hoy en día se sabe que el uso de los anticonceptivos orales (ACO) estabiliza los niveles hormonales en todas las fases del ciclo menstrual, a diferencia de lo que ocurre en una mujer durante un ciclo menstrual natural. Los cambios acústicos

audibles que se producen en la voz femenina durante las diferentes fases del ciclo son el resultado de la fluctuación de los niveles hormonales (44).

Para autores como Amir y Kishon-Rabin, el uso de los ACOs actuales no tiene los efectos adversos comentados en la voz femenina y, contrariamente a las versiones anteriores de la píldora, podría, incluso, producir una voz más estable y de mejor calidad, debido al control de la frecuencia y amplitud de la voz, que es el resultado de la estabilidad vocal. Para las mujeres que sufren los cambios de voz durante su ciclo menstrual estaría, incluso, indicada su prescripción, por mejorar la regulación de la vibración las cuerdas vocales (40).

Los efectos de la píldora anticonceptiva oral combinada de tercera generación estabilizan la voz cantada durante todo el ciclo menstrual, minimizando las fluctuaciones hormonales, ya que contiene dosis bajas de hormonas sintéticas.

Las hormonas que se encuentran comúnmente en los anticonceptivos actuales son una combinación de drospirenona y etinilestradiol. La drospirenona es similar a la progesterona natural que se segrega por los ovarios, siendo, además, un compuesto anti-androgénico. Por lo tanto, se puede deducir que la drospirenona podría potencialmente mitigar la virilización de la voz femenina (54).

Administrar una dosis constante de estrógeno y progestina durante todo el mes elimina las fluctuaciones hormonales (41) y mejora la calidad de la voz en mujeres sanas en comparación con sus homólogas que no estaban tomando ACOs.

El uso de ACOs monofásicos también alivia los síntomas menstruales, tales como los cólicos abdominales que se asocian al SPM, que comprometen la técnica específica de respiración llamada *appoggio*, que es utilizado por los cantantes. Esta técnica requiere el apoyo de la respiración diafragmática y el uso de músculos intercostales y abdominales.

Los hallazgos de Lã también revelan una nueva hipótesis, que es que los cambios vocales femeninos también pueden estar relacionados con cambios en los niveles de

concentración de testosterona libre (41). La testosterona libre es un tipo de hormona que no está ligada a las proteínas y que es responsable de los rasgos sexuales (55).

Debido a que los niveles más altos de estradiol (estrógeno) y de progesterona se encuentran en la fase lútea del ciclo menstrual, las diferencias vocales sólo se encontrarán durante la menstruación en la fase folicular, según ciertos autores. Es probable que las cuerdas vocales reaccionen a las variaciones de los niveles de testosterona libre, hecho que ocurre cuando hay inestabilidad en los niveles de los estrógenos y de la progesterona (41,55).

Las mujeres son más susceptibles a los efectos de la testosterona sobre la mucosa laríngea que los hombres, independientemente del hecho de que los hombres tienen concentraciones mucho más altas de testosterona en comparación con las mujeres. Es decir, los hombres mantienen un nivel constante de testosterona durante todo el mes, mientras que las mujeres sólo lo hacen durante el ciclo menstrual (56).

Como se ha indicado anteriormente, las mujeres solo tienen pequeñas cantidades de testosterona libre, ya que los niveles elevados tienen marcadas repercusiones androgénicas. Así mismo, los niveles elevados de testosterona libre causan una mayor retención de líquidos en la mucosa de las cuerdas vocales con variaciones en las fases menstrual y folicular del ciclo (56).

Los anticonceptivos monofásicos pueden ser prescritos a las cantantes que acusan los cambios cíclicos, debido a que sus componentes, tales como la drospirenona poseen propiedades anti-androgénicas que ayudan a mitigar la retención de líquidos, consiguen niveles más bajos de testosterona libre y estabilizan y regulan los patrones vibratorios de las cuerdas vocales durante todas las fases del ciclo menstrual (41).

Además del uso de ACOs para regular la estabilidad de la voz, Sataloff (14) sugiere que "en circunstancias extremas se pueden utilizar para modificar la fase de la menstruación, pero esta práctica sólo se justifica en situaciones especiales".

1.7.6. El embarazo y la cantante de ópera

Existen dos condiciones que anulan el ciclo hormonal que regula la menstruación. Una es el embarazo y la otra la menopausia. La voz se modifica durante el embarazo, especialmente en el tercer trimestre.

Durante el embarazo, el cuerpo experimenta importantes cambios fisiológicos, anatómicos, metabólicos y hormonales y son las hormonas esteroideas sexuales las que afectan directamente a la laringe, en especial a la mucosa, músculos y su lubricación.

La voz es sensible a los niveles elevados de hormonas esteroideas sexuales que se producen durante el embarazo, especialmente durante el último trimestre, cuando los estrógenos y la progesterona están más altos de lo normal, siendo la progesterona la hormona dominante (57).

Durante el embarazo no existen los cambios vocales periódicos que, habitualmente, acompañan al ciclo menstrual (58). En su lugar, las mujeres embarazadas experimentan cambios vocales durante el embarazo a medida que progresa su gestación. Es la denominada *Laringopatía gravídica*, que puede relacionarse con cambios en la voz, tales como una disfonía, similar a la que se presenta durante el ciclo menstrual. Así pues, los cambios vocales del embarazo son incluso beneficiosos para la voz cantada. La voz de las embarazadas tiene un sonido agradable y mejor, debido al aumento de las hormonas (66).

La calidad de la voz, especialmente de los 2 a los 7 meses de embarazo, es mejor, debido a una mayor lubricación de las cuerdas vocales, lo que permite a las cantantes profesionales cantar sin dificultad. Sin embargo, en los últimos 2 meses del embarazo, el apoyo respiratorio es más difícil, debido al aumento de la distensión abdominal y es difícil mantener un buen soporte respiratorio, lo que se transforma en una respiración clavicular alta (57).

Durante el tercer trimestre se produce un aumento del umbral de fonación (PTP) y del umbral de presión de colisión (CTP) (57). PTP es la cantidad más baja de presión subglótica requerida para iniciar y mantener la oscilación de la cuerda vocal, y CTP es la menor cantidad de presión subglótica necesaria para la colisión de la cuerda vocal.

Durante los meses finales del embarazo, las fibras de colágeno de la lámina propia de las cuerdas vocales aumentan de grosor y esto produce la disminución de la motilidad de la cuerda vocal, que es desfavorable para la voz cantada (59).

En este mismo periodo, la voz cantada tiene una disminución de su brillo, debido a la sequedad que se produce en este periodo y al aumento de los estrógenos y progesterona durante el embarazo (60).

Otro de los síntomas sonoros característicos en el embarazo es la irritación de las cuerdas vocales durante el primer y el tercer trimestre, debido a la hiperemia (aumento del flujo sanguíneo) causada por el vómito y en el tercer trimestre el efecto del reflujo gastroesofágico (60).

Hay significantes cambios en el cuerpo de la mujer durante el embarazo; sin embargo, en la literatura hay muy pocos artículos que se refieran a la repercusión de la voz de la cantante.

En resumen, las variaciones hormonales en el embarazo producen cambios en la voz, tales como alteraciones de la movilidad de las cuerdas vocales y de la aducción glotal. Durante este período, en las cantantes profesionales, la voz es menos brillante e incluso hay pérdida de agudos, puesto que aumentan los estrógenos y los progestágenos. Entre los dos y los siete meses de embarazo, la imagen de las cuerdas vocales muestra sequedad. Después de los siete meses, suelen tener problemas del soporte respiratorio por la dilatación del útero, lo que es normal. Su reflujo gástrico puede aumentar y necesitar medicación (18, 22).

1.7.7. La voz cantada y la menopausia

Durante la menopausia hay nuevas situaciones. Recordemos que lo que hoy entendemos por síndrome menopáusico es un concepto de nuestro tiempo. En la Edad Media, por ejemplo, éste no existía, ya que la vida media de una mujer se situaba entre los 35 y los 40 años (18, 23).

Es, por tanto, en el siglo XX cuando la menopausia tendrá mayor repercusión en las mujeres. La menopausia hoy representa prácticamente la mitad de la vida de la mujer, ya que una mujer nacida en 1980 tiene una expectativa media de vida de 90-95 años.

En el período pre-menopáusico, el nivel de progesterona disminuye, así como la secreción de hormonas masculinas. Hemos podido ver algunas sopranos con 65 años o más, que mantienen la misma tesitura pero, algunas cantantes sobre los 50 años consultan por plantearse la duda entre la continuidad de su carrera profesional y su salud. También hay cambios corporales que redistribuyen la grasa, siendo entonces cuando deben tener más cuidado con la dieta diaria, así como atrofia vocal, pérdida de ciertas frecuencias fundamentales y fatiga vocal.

En el SVPM se observa que durante la fase isquémica del ciclo menstrual se producen cambios vasculares y musculares en la mucosa (34). Más específicamente, la mucosa vocal está edematosa y seca, con una reducción en su amplitud vibratoria. Los cambios vasculares que se producen incluyen la presencia de microhematomas submucosos y/o dilatación de los capilares ya existentes, desarrollando microvarices, con edema reaccionario.

Los cambios musculares de la musculatura intrínseca de la laringe que se ocasionan son: tono vocal disminuido, limitación del poder de contracción y del rango vocal. Clínicamente, las pacientes presentan fatiga vocal, disminución del rango fonatorio, disminución de la potencia y presencia de un timbre plano. Sin embargo, hay otros estudios que no encuentran diferencias significativas en las medidas acústicas de la calidad vocal durante el ciclo menstrual (36, 37).

La prevalencia de estos efectos varía según los estudios efectuados con la voz femenina durante la menopausia desde el 17% (34) al 77% (37).

Otro de los efectos que ocurren en la menopausia y que alteran la función de la voz son los que actúan sobre los tejidos laríngeos y producen atrofia muscular y de la mucosa, retención de líquidos y edema de las cuerdas vocales, con aumento de la viscosidad del moco (34,38).

La variación de los niveles de estrógenos y progesterona puede afectar la conducción nerviosa del nervio recurrente de los cantantes, modificando el vibrato, que se transforma en trémulo, o sea, pasa de siete vibraciones a cuatro por segundo.

En la civilización griega, 400 años a.C., cuando la esperanza de vida promedio era de 23 a 27 años, una mujer en la menopausia era virtualmente, o por lo menos, una excepción inusual. Incluso en la Edad Media, cuando la esperanza de vida aumentó hasta los 40 años, la menopausia no era frecuente en las mujeres, ya que la mayoría no vivía lo suficiente para entrar en esa fase de la vida (61).

Hoy la situación es muy diferente. La edad media de la menopausia está entre los 45 a 53 años y la esperanza de vida en 85 años, lo que significa que la mujer de hoy gastará casi un tercio de su vida en un estado deficiente en estrógenos (61).

Según un artículo de 2015 publicado en *Telegraph* del Reino Unido, la próxima generación de mujeres vivirá más de 100 años (32). La implicación de esta estadística es que una mujer podría ser post-menopáusica durante el 50 por ciento de su vida.

Las mujeres en el periodo de la postmenopausia tienen niveles bajos de estrógenos y de progesterona y por lo tanto los andrógenos tienen una acción más significativa.

Durante la menopausia, los ovarios cesan la producción de progesterona y finalmente funcionan sólo como una glándula endocrina que secreta muy poca hormona. Cuando el nivel de los estrógenos es menor, los receptores de hormonas sexuales reciben más andrógenos, ocasionando el engrosamiento de la mucosa de las cuerdas vocales

y dando lugar, como resultado a una voz más grave, con una cualidad más masculina (62).

En el artículo *Sex hormones and the female voice*, Abitbol explica los numerosos efectos de los andrógenos sobre la voz en la mujer, comenzando con la corteza cerebral y, en particular, sobre el hemisferio izquierdo del cerebro (34). Los andrógenos también afectan a los órganos genitales (útero, ovarios y senos). El músculo estriado de las cuerdas vocales, como consecuencia del efecto de los andrógenos se afecta y se atrofia (34). Esta atrofia se suma al adelgazamiento de la mucosa de la cuerda vocal que se produce como consecuencia de la edad. Estas mismas condiciones conducen a una disminución en la hidratación de los bordes libres de las cuerdas vocales, lo que lleva a la sequedad durante la fonación, dando lugar a la fatiga vocal rápida y a una disfonía en esta situación hormonal.

Las cantantes, en este periodo, notan la pérdida de las notas altas y sobre todo la capacidad de cantar en *pianísimo* (34). El síndrome vocal menopáusico lleva a las cantantes a un lento y progresivo deterioro de sus voces.

Se ha utilizado la administración de terapia hormonal de sustitución (estrógenos y progesterona sintética), siendo cuestionada por algunos equipos médicos por el riesgo de enfermedades cardiovasculares y de cáncer de mama. Sin embargo, en la actualidad, los beneficios de la terapia de reemplazo hormonal (TRH), a corto plazo, son numerosos.

No sólo se ha utilizado la TRH para controlar los síntomas tempranos de la menopausia, como sofocos, vaginitis, insomnio y mal humor, sino también para prevenir el riesgo de la enfermedad cardiovascular, la enfermedad de Alzheimer y la osteoporosis (61).

En un estudio se analizaron a 100 mujeres en la menopausia (sin menstruación durante 1 año) y sin sustitutivo hormonal del síndrome vocal menopáusico; todas ellas recibieron una evaluación laríngea, así como una evaluación ginecológica y hormonal, para confirmar la menopausia. De las 100 mujeres, 83 mostraron efectos adversos

mínimos en sus voces debido a cambios hormonales. Diecisiete de las mujeres presentaron clínicamente un síndrome vocal menopáusico con la disminución de la intensidad vocal, fatiga vocal, disminución del rango, pérdida de notas altas y pérdida de timbre en su voz hablada y cantada (63).

El análisis espectral de la voz (un método de valoración de la calidad del sonido) demostró que había una disminución de los armónicos y alteración de los formantes, con menor calidad en el timbre y una pérdida de color de la voz (34).

Se compararon los frotis cervicales y los frotis laríngeos y ambos demostraron atrofia de la mucosa con presencia de basófilos. La disfonía experimentada por las 17 mujeres se demostró desde el inicio de la atrofia muscular unilateral en ocho pacientes, atrofia bilateral en nueve pacientes y un adelgazamiento del pliegue vocal.

La estroboscopia, que es un medio exploratorio que se utiliza para visualizar la vibración de las cuerdas vocales mediante el uso de una luz intermitente para hacer que los objetos que se mueven rápidamente parezcan en movimiento lento, mostró una asimetría entre la cuerda vocal derecha e izquierda. El aspecto de la mucosa de las cuerdas era opaco y sin brillo.

Cuarenta y dos de las 100 mujeres recibieron terapia hormonal sustitutiva por diferentes razones: 17 de ellas con síndrome vocal postmenopáusico recibieron TRH para tratar su voz profesional, y notaron mejoría en 4 a 6 meses; 14 de ellas experimentaron una normalización de la amplitud de las vibraciones de la mucosa de las cuerdas vocales, un retorno a la forma muscular normal y ningún signo de atrofia muscular, con mejoría del timbre vocal; sólo 3 de ellas experimentaron poca mejoría de la amplitud, flexibilidad y volumen, a pesar de que hubo una mejoría en la apariencia anatómica (34).

La eficacia depende, incluso, del modo de administración de TRH. En otro estudio (64), se observó una mejoría en la calidad de la voz con el suministro de los estrógenos intranasales en comparación con las píldoras orales, basándose en la

medición de los valores de fluctuación y brillo en los grupos de prueba. Estos estudios son alentadores para la cantante en la menopausia.

1.7.8. Efectos de la terapia con testosterona en la voz femenina

El artículo *Effect of testosterone therapy on the female voice*, es el primer estudio de su tipo para explorar el efecto de la testosterona en la voz femenina (65).

La testosterona se usa en los varones que sufren de "disminución del nivel de testosterona" con síntomas de depresión, falta de energía y disminución de la libido. También puede prescribirse en las pacientes femeninas después de la administración de un tratamiento exitoso en el cáncer de mama.

Otros de sus usos son para mejorar la función sexual, la morfología corporal y la masa ósea de las mujeres en la menopausia. Sin embargo, no se les informa del riesgo potencial de masculinización de la voz.

En este estudio de Glaser, se administró testosterona subcutánea en un colectivo de mujeres peri y postmenopáusicas y se estudió los efectos sobre la voz cantada y hablada. No hubo cambio significativo en la frecuencia fundamental de habla en la zona media (66). Sin embargo, Huang (56) detectó cambios tempranos en la voz en mujeres durante la administración de testosterona.

Estas diferentes opiniones se explican porque los efectos secundarios de la terapia androgénica dependen de la estructura de la molécula, el método de administración (oral, tópica o subcutánea) y su dosificación (65). Según Glaser, la testosterona no tiene efecto masculinizante en las mujeres, excepto a dosis altas de andrógenos sintéticos (66).

Las dosis altas de anabolizantes orales pueden producir la masculinización de la voz cantada en la mujer. Los anabolizantes tienen las propiedades antiinflamatorias de la testosterona, así como efectos beneficiosos sobre la fuerza muscular y densidad ósea (65).

1.7.9. Voz masculina y hormonas

En el hombre, los andrógenos son los que tienen efecto directo sobre la voz. Los corticoides tienen un efecto androgénico además de euforizante, lo que motiva a algunos cantantes masculinos a tomarlos para tener una mejor voz, pero es peligroso por su efecto rebote.

Los tenores con sobrepeso tienen altos niveles de estrógenos y bajos de testosterona, hecho menos frecuente en los barítonos o bajos. Los bajos delgados poseen un alto nivel de andrógenos.

1.7.10. Consideraciones

La laringe es un órgano muy sensible a los cambios de concentración de las hormonas sexuales en el cuerpo del ser humano, ya que la mucosa que recubre la laringe y la del cérvix uterino tiene mucha similitud y se modifican durante el ciclo menstrual.

El ciclo menstrual está gobernado por los estrógenos y la progesterona. Durante las primeras 2 semanas del ciclo predominan los estrógenos, la tercera semana está dominada por la progesterona y en la cuarta semana comienza el período.

Tanto los estrógenos como la progesterona pueden causar retención de líquidos, pero la progesterona es más significativa a este respecto.

La retención de líquidos afecta el tracto vocal, y las cantantes suelen tener dificultades vocales en la semana anterior a su período: la voz es difícil de manejar, las cuerdas vocales se notan cansadas, las notas altas carecen de claridad y color. Cuando se inicia la menstruación, estos problemas se resuelven, aunque la cantante ahora puede tener un mayor riesgo de hemorragia vocal, especialmente si también toma aspirina o AINEs para tratar los calambres menstruales.

El mejor tratamiento implica la modificación de las expectativas vocales y el comportamiento vocal. Si el programa de realización no puede alterarse, se debe considerar un diurético suave.

Los cambios en la voz pueden estar presentes durante el síndrome premenstrual. Los síntomas comunes que se producen incluyen fatiga vocal, pérdida de los tonos altos y la capacidad de cantar a voz baja, pérdida de fuerza en la voz y una disminución de armónicos con el resultado de un sonido ronco. Estos síntomas transitorios son comunes durante el ciclo menstrual de la vida profesional de una cantante de ópera.

En el caso de cantantes que tomen anticonceptivos orales, es posible retrasar médicamente el período durante 1 semana o, con algunos métodos anticonceptivos, detener el período por completo durante varios meses. Los anticonceptivos orales han sido implicados en el cambio de voz. Las progesteronas sintéticas en algunas preparaciones se descomponen en compuestos con actividad androgénica y, por lo tanto, pueden oscurecer la voz.

La voz masculinizada manifiesta pérdida de notas altas, con alguna ganancia en el extremo inferior del rango. Este problema es especialmente frecuente en las voces más altas y más ligeras, como las sopranos de coloratura y las *Soubrette*, y menos frecuente en las mezzosopranos.

Una vez que la voz se ha oscurecido como resultado de los anticonceptivos orales, el cambio suele ser permanente. Para las cantantes que están planteándose medicamentos anticonceptivos orales, recomendamos hablar con un ginecólogo que esté familiarizado con este fenómeno y que pueda recomendar la preparación hormonal a dosis bajas adecuadas para minimizar la probabilidad de cambio de voz.

Como se ha comentado anteriormente, los efectos de la píldora anticonceptiva oral combinada de tercera generación estabiliza la voz cantada durante todo el ciclo menstrual, minimizando las fluctuaciones hormonales, ya que contiene dosis bajas de hormonas sintéticas.

Los cambios irreversibles en el tratamiento de la menopausia en la voz se pueden producir con la administración de hormonas mixtas. Los anabolizantes de tipo esteroideo a grandes dosis pueden aumentar el riesgo de virilización de la voz.

Cuando una cantante de mediana edad presenta disfonía de baja intensidad, una voz que ha perdido color y posiblemente algunas notas altas, debe descartarse el hipotiroidismo subclínico.

Se sabe desde hace mucho tiempo que el hipotiroidismo evidente causa ronquera. No obstante, cabe tener en cuenta que los casos más sutiles de tiroiditis de Hashimoto pueden tener también implicaciones vocales significativas. Así mismo, los pacientes hipotiroideos bajo medicación tiroidea y que están aparentemente normalizados, continúan teniendo dificultades vocales como cantantes.

La acromegalia es una enfermedad rara con una prevalencia de 50 a 70 casos por millón y una incidencia de 3 casos por millón año. Esta condición es causada por la hipersecreción de la hormona de crecimiento. Más del 99% de los casos de acromegalia son causados por un adenoma hipofisario, que puede ser microadenoma o macroadenoma. Estos tumores nunca son malignos, pero pueden tener una morbilidad significativa e incluso mortalidad. Los pacientes con acromegalia presentan una amplia gama de problemas clínicos relacionados con el crecimiento y las deformidades de los tejidos blandos y esqueléticos (especialmente cara y extremidades distales), problemas cardíacos, respiratorios, neuromusculares, oncológicos y hormonales, y muy específicamente sobre el desarrollo de la laringe y de sus estructuras internas.

Los cambios de voz también han sido reconocidos como una característica de la acromegalia y descritos por muchos autores. La voz es una poderosa herramienta de comunicación expresiva; por lo tanto, los trastornos de la voz afectan la vida del individuo de muchas maneras.

En nuestra práctica diaria hemos encontrado que los pacientes con acromegalia activa no tratada tenían una voz grave, caracterizada por la reducción de (F0) y el aumento de los valores relacionados con el ruido, la microperturbación de la frecuencia y la amplitud. Tales cambios son generalmente perceptibles por el entorno

del paciente. Otro parámetro de voz importante que es esencialmente aplicable a los cantantes, es la tesitura.

Como resultado, el efecto del cambio de voz podría ser dramático en cantantes profesionales en general y cantantes de ópera en particular. Este grupo de individuos es peculiar, porque la vocalización normal es vital para un rendimiento óptimo y, en consecuencia, la capacidad de ejercer su profesión de manera eficiente. Por esta razón, estamos preparando la publicación del caso de un cantante de ópera atípico que tuvo acromegalia sin tratar durante muchos años, y a consecuencia de ello hemos detallado el cambio progresivo de su voz con respecto a los parámetros de voz subjetivos y objetivos, así como las posteriores adaptaciones y tratamientos realizados con sus resultados.

Según nuestro conocimiento, éste es el primer caso clínico que describe esta condición de modificación de la tesitura en un cantante de ópera que empezó como tenor (1960), luego su voz fue de barítono (2000) y que actualmente canta de bajo (caso Ruben A.).

1.8. Trastornos psicogénicos de la voz de los cantantes de ópera, según revisión de la literatura y las experiencias personales

Un trastorno de la voz se diagnostica cuando la calidad de la misma, su volumen o su tono son insuficientes o inadecuados para la comunicación en una persona de edad, sexo o experiencia cultural (102).

Según la asociación americana de trastornos de la voz, lenguaje y audición (ASHA) esta patología también existe en pacientes con afectación psicológica asociada a su voz, aunque los demás no lo detecten (103).

Los trastornos orgánicos de la voz tienen componentes estructurales o neurológicos que causan la alteración del habla, como por ejemplo nódulos vocales, pólipos, hematomas de las cuerdas vocales, cambios estructurales en la laringe debido al envejecimiento, temblor vocal, disfonía espasmódica o parálisis de las cuerdas vocales, entre otros.

Por el contrario, un trastorno funcional del habla es una patología de la voz causada por un proceso psicológico subyacente, sin patología orgánica de las cuerdas vocales, ni enfermedad neurológica asociada, y las lesiones que se puedan presentar en las cuerdas vocales serán secundarias al trastorno funcional existente.

Esta patología se clasifica en dos sub-grupos: trastorno de la voz de causa muscular (MTVD) y trastorno de la voz psicogénica (PVD) (104).

El MTVD, también llamado trastorno hiperfuncional, es un deterioro de la fonación que se desarrolla con el tiempo debido al proceso psicológico que provoca un desequilibrio de los músculos de la fonación. El examen detecta una voz emitida con excesiva fuerza durante todo tipo de emisión, así como roturas de la fonación y la implicación de las cuerdas vocales falsas o bandas ventriculares que pueden, en casos extremos, producir lesiones en ellas.

Hay dos subtipos de MTVD, uno sin patología en las cuerdas vocales (MTVD1) y otro con cambios orgánicos secundarios (MTVD2), tales como nódulos vocales, úlceras de contacto o pólipos debido a la hiperactividad muscular.

Los PVD son un deterioro de la voz (disfonía o afonía) causada por un proceso psicológico patológico, con ausencia de patologías estructurales o neurológicas orgánicas. Sus principales características son: existencia de síntomas incongruentes, como que el paciente presenta una disfonía severa pero preserva sonidos no verbales de comportamientos vegetativos, tales como toser, reír o llorar con cierre normal de la glotis, y reversibilidad de la patología de la voz (105).

1.8.1. Diferentes presentaciones clínicas de los trastornos psicológicos de la voz (PVD)

Los trastornos psicógenos de la voz pueden incluir diferentes síntomas con una gran variedad de trastornos psicológicos subyacentes, haciendo que formen un grupo muy heterogéneo.

Una de las manifestaciones más comunes podría ser la disfonía o afonía, que puede explicar que un individuo, que no tiene suficientes maneras de hacer frente a situaciones de estrés o difíciles de la vida, pueda perder el control de su voz voluntariamente, debido al desequilibrio de los músculos laríngeos intrínseco y extrínseco.

Se cree que este desequilibrio podría ser causado por una reacción de conversión, donde el problema psicológico que sufre se “convierte” en una manifestación somática con un alto grado de angustia emocional debido a los acontecimientos de la vida o conflictos psicológicos (106).

En la disfonía psicógena se deteriora la calidad de la voz; ésta puede ser áspera, entrecortada, asténica, baja o aguda, ronca o tensa. A veces la diplofonía (dos tonos diferentes) puede estar presente. La afonía, por lo general, se presenta como un susurro asténico como una incapacidad total para producir un sonido (107).

El paciente generalmente preserva la capacidad de cierre de la glotis normal durante la tos. Curiosamente, esta persona puede presentar una fonación normal involuntariamente cuando él o ella no se dan cuenta. Como se mencionó previamente, esto puede ocurrir al toser o hacer otros sonidos vocales, no verbales, por ejemplo, gemidos o incluso el gorgoteo del agua (108). El paciente también puede contar o cantar más fácil que llevar a cabo una conversación.

El curso de los episodios de voz psicógena puede ser muy variable. Por lo general, el inicio es repentino, pero también puede desarrollarse gradualmente durante horas o días. Este tipo de episodios de trastorno de voz normal puede ocurrir intermitente con disfonía, en función de la actitud emocional del paciente (109).

En el examen de la laringe, ya sea con video-laringoscopia o laringoestroboscopia, en el PVD puede apreciarse una constricción anterior o posterior de los pliegues ariepiglotico y/o hipo o hiperactividad de las cuerdas vocales. También, puede ocurrir paradójicamente disfunción vocal o hiperactividad de las falsas cuerdas vocales que, en casos extremos, puede conducir a la fonación ventricular. El mal uso muscular puede conducir a la fatiga vocal rápida y voz débil (102).

El paciente a menudo se presenta como una persona muy ansiosa, agitada, con la expresión facial atípica y con movimientos faciales excesivos. Normalmente el afectado puede estar experimentando un mayor nivel de estrés o de ira reprimida, a veces mala identificación del sexo o sufren de distimia/depresión (111).

Otras patologías somatomorfias asociadas pueden ser tos habitual o síndrome de hiperventilación.

La sensación de tener un globo en el cuello es un hecho muy común que suele ser referida por el paciente como la incapacidad de tragar, sensación de cuerpo extraño en la garganta o incluso disnea. El diagnóstico debe confirmarse en las evaluaciones psicológicas y con la terapia del habla. En ocasiones, estos trastornos psicológicos (PVD) pueden resolverse espontáneamente, siendo más comúnmente, seguidos por períodos asintomáticos más largos, a veces durante meses o incluso años. En la mayoría de los casos, se alivia con una sesión de terapia de voz. Es importante incluir

un tratamiento psicológico más prolongado, ya que son comunes las recidivas durante períodos más largos, a veces meses o incluso años (111).

Otro tipo de PVD es la puberfonia o *falsete* mutacional, que puede aparecer ya sea en un hombre adulto o adolescente por un período de tiempo largo. En esta condición, la característica de la voz es aguda (por lo general una octava o más por encima del tono normal), asténica, entrecortada o voz de *falsete* que puede alternarse con fases de voz de todo normal (102).

Algunos autores creen que otras manifestaciones raras pueden ser: un síndrome de acento extranjero, lo que significa el desarrollo de la prosodia típica del habla extranjera, sin cambiar realmente entorno geográfico, o la voz infantil en adultos, donde la voz es generalmente de tono más alto por razones psicológicas (112).

El mutismo o trastorno de mutismo selectivo (TMS) se caracteriza porque el paciente usa, por lo general, sólo pocas palabras, sin llegar a hacer el intento de utilizar la voz. El paciente con mutismo selectivo elige conscientemente no hablar en algunos ámbitos, pero en otros habla fácilmente (113).

Otro tipo de patología, aceptada solamente por algunos de los autores, puede ser el trastorno disfónico espasmódico (TDE). La voz se asemeja a la de un proceso neurológico y puede ser filtrada o asténica, con roturas de fonación frecuentes intermitentes, con presencia de un temblor de voz (102).

1.8.2. Rasgos psicológicos más frecuentes

Los estudios acerca de la implicación psicógena en la patogénesis de los trastornos psicógenos de la voz revelan síntomas depresivos significativos, nivel de estrés elevado, ansiedad y trastornos de adaptación, así como trastornos de la alimentación, la hipocondría o la histeria.

Willinger et al. (114) evaluaron la gravedad de la depresión y de la ansiedad en 61 pacientes con disfonía funcional. De entre ellos, el 33% de los pacientes mostraron síntomas de trastorno del estado de ánimo y el 20% de ellos eran demasiado ansiosos en comparación con un grupo de control normal no disfónico, emparejados

por edad, sexo y ocupación. Este estudio también mostró que estos pacientes tenían una mayor preocupación por los problemas de salud y otras razones para demostrar su ansiedad. Es interesante subrayar el hecho de que esos síntomas parecen empeorar después de la aparición del trastorno de la voz; por lo tanto, se podría argumentar: ¿cuál es la causa y cuál el efecto?

Los mismos autores realizaron un estudio basado en el modelo de personalidad de Cloninger, donde se evaluaron algunos aspectos de la personalidad, tales como la búsqueda de la novedad, evitar el daño, dependencia de la recompensa y persistencia y su conexión con trastornos psicológicos de la voz. Los resultados mostraron que las puntuaciones de evitar el daño fueron significativamente más elevadas en comparación con el grupo control, pero no hubo diferencias significativas en la puntuación de la búsqueda de la novedad, dependencia de la recompensa o persistencia (115).

En un estudio comparativo diferente, realizado por Kotby et al. (116) se revisó el grado de severidad de los síntomas de ansiedad en 100 pacientes diagnosticados de trastornos funcionales de la voz (FVD) y 50 individuos, considerados como normales (grupo control). Los resultados demostraron que un 43% de los pacientes con trastorno funcional presentaban un nivel de ansiedad elevada frente a sólo el 6% detectado en el grupo de control sano. También se llegó a la conclusión de que los trastornos se asocian a menudo con otros rasgos psicológicos, como hipocondría (especialmente puberfonia), somatización, histeria, angustia y trastorno de dolor psicogénico.

Martins (117) ofrece algunas características clínicas importantes en su informe de unas series de casos. Sus hallazgos incluyen detalles de la profesión (la más común era ama de casa), tipo de inicio (el más frecuente, fue la aparición súbita) y la manifestación (la más habitual era afonía junto con el trastorno de la tensión muscular y la sonoridad intermitente). La tasa de prevalencia en las mujeres fue de 26:2 en un grupo, de 28 pacientes. Tezcanez (118), cuando examinó el factor del tipo de profesión, encontró que la actividad más común era también la de ama de casa (31%).

Por otro lado, otro autor constató que la profesión más común en desarrollar esta enfermedad estaba relacionada con los negocios, las posiciones altamente estresantes, como empresario / empresaria, y los puestos de alta responsabilidad (119).

En otro interesante estudio, realizado por Aksoydan et al. (120) se investigó la prevalencia de la ortorexia nerviosa entre miembros pertenecientes a la Ópera y Ballet Estatal y en la Orquesta Sinfónica de la Universidad de Bilkent. Este estudio mostró una prevalencia mayor de ortorexia entre los cantantes de ópera con ganas de comer (81,8%), que en el grupo control.

La etiología de este trastorno fue descrita por Andersson et al. (121), quienes determinaron la forma más común para esta patología subyacente. Sus resultados revelaron que los conflictos interpersonales relacionados, en primer lugar, con la familia y, en segundo lugar, con el trabajo, son las causas más comunes de angustia. También pusieron de manifiesto que la terapia cognitivo y conductual por sí sola no es suficiente para los pacientes de PVD, ya que debe ir acompañada de una terapia de voz y orientación terapéutica.

Los enfoques terapéuticos han variado mucho durante los años precedentes. Los métodos precursores eran bastante violentos e iban dirigidos a recuperar la voz en la primera sesión de terapia de voz. Vale la pena mencionar que son métodos históricos, tales como obstrucción de la laringe hasta que el paciente siente la necesidad de gritar, la aplicación de impulsos eléctricos o irritar la laringe por polvo o solución de líquido o cocaína (122). Un importante estudio longitudinal en un grupo de 500 pacientes se realizó entre los años 1972 y 2004. Los pacientes con afonía psicógena fueron tratados con los métodos descritos de respiración y técnicas de relajación, tales como hacer gárgaras, masticar, enmascaramiento y ejercicios de fonética. Los autores señalan la importancia de la resolución rápida de los síntomas durante la primera sesión de terapia de voz (123).

En la actualidad, el enfoque recomendado es una terapia psicodinámica-sistémica para ayudar al paciente a entender la esencia del problema subyacente. Ya no se

cree que la afonía deba ser aliviada tan pronto como sea posible, sino más bien en el propio tiempo del paciente (122).

Martínez et al. (124) condujeron un estudio con 68 pacientes, cuyo objetivo fue determinar cómo la terapia de la voz no sólo afecta a los parámetros de la voz, sino también lo que representa el cambio en los síntomas de ansiedad y depresión, antes y después de la terapia de voz. El resultado fue que no sólo mejora la calidad de la voz, sino que también alivia los síntomas de ansiedad y depresión, según una autoevaluación de los pacientes.

1.8.3. ¿Con qué frecuencia se presenta la PVD en los cantantes?

Según la literatura revisada, se calcula que la tasa de prevalencia de los trastornos de la voz en la población adulta está, en general, entre el 6,6% y el 7,6% (125, 126). Para otros alcanza el 29,1% (129) y los que menos estiman la tasa de prevalencia de PVD la sitúan en el 0,4% en la población general (122), que corresponde a los informes donde consideran que el 10-40% de todos los trastornos de la voz tienen algún tipo de causa funcional subyacente o coexistiendo (128).

Los trastornos psicológicos de la voz son más frecuentes en las mujeres. Baker et al. (129) estiman una relación de 8:1. El período de vida en que se manifiesta es con la actividad profesional más activa (30-50 años) siendo el momento de riesgo de desarrollar esta patología (125).

En un estudio que valoraba los riesgos laborales realizado por Verdolini et al. (130) se destaca que el 2,43% de los cantantes lo tienen, pero Titze (131) matizó que el 11,5% de la población que se afecta más son los otros tipos de cantantes no operísticos, tales como los de rock, blues u otras variedades musicales.

Pestana et al. (132) llevaron a cabo un meta-análisis de la prevalencia de trastornos de la voz en cantantes. El resultado fue de 46%, muy superior al 18,8% en el grupo de control. Es un hecho que los cantantes tienen más preocupaciones por el cuidado de su voz que el resto de la población, siendo, por ello, el resultado más alto.

Dentro de los profesionales de la voz, los cantantes de ópera son los que tienen el uso más desafiante de su voz. Por otra parte, el nivel de estrés en este grupo se estima por encima de la media. La creencia común es que son más susceptibles a los trastornos de la voz. Sin embargo, nuestros hallazgos contradicen esta idea.

1.8.4. Experiencia personal con cantantes de ópera y PVD

Clínica Clarós es el centro de referencia para el cuidado de la voz para muchos cantantes de ópera de varios teatros de ópera de todo el mundo desde hace más de 40 años. Uno de ellos es el Gran Teatro del Liceo de Barcelona. Durante ese periodo de tiempo, más de 1520 cantantes han sido tratados en nuestro centro debido a las diferentes alteraciones de voz, tanto orgánicas como funcionales. Dentro de este grupo considerable de estudio, sólo 34 cantantes fueron, a nuestro entender, diagnosticados con un trastorno psicógeno de voz; de ellos, 26 con disfonía psicógena (con varios tipos de alteraciones de la voz) y 8 con afonía clara y evidente de psicógena (133).

Según las diferentes tesituras de los cantantes, de los 34 afectados: 20 fueron sopranos (58,8%), 5 mezzosopranos (14,8%), 3 contratenores (8,8%), 3 tenores (8,8%), 2 barítonos (5,9%) y 1 contralto (2,9%). Ningún cantante de tesitura de bajo fue diagnosticado con este trastorno.

El rango de la edad este grupo estudiado fue de entre 25-65 años. La incidencia según el sexo fue de 26 mujeres (76,5%) y de 8 cantantes varones (23,5%). A partir de estos datos, se puede concluir que la proporción entre mujeres y hombres fue de 3,25:1 y que la tasa de alteraciones psicógenas de la voz, en el grupo de cantantes de ópera en nuestro estudio es de 2,2 %, remarcando que los de tesitura de tenor y soprano son los más afectados (133).

Ninguno de nuestros cantantes considerados en nuestra práctica era consumidor de alcohol, drogas o tabaco. Durante sus exámenes clínicos, ninguno tenía patología vocal orgánica sustancial, ni síntomas de enfermedad inflamatoria de la laringe. Tampoco se medicaban para enfermedades que pueden alterar la emisión de su voz, del tipo de hormonas para la función tiroidea, hipertensión, diabetes o enfermedad de Parkinson.

Sin embargo, 24 de los 34 estaban tomando fármacos psicotrópicos de una manera rutinaria para el tratamiento de la ansiedad (diazepam, fluoxetina, sertralina, paroxetina, citalopram, escitalopram, lorazepam, alprazolam o clonazepam).

1.8.5. Consideraciones

La tasa de prevalencia de los trastornos de la voz en cantantes de ópera no es más alta que la de los otros profesionales de la voz. Según nuestra evaluación, es de 2,2% en el grupo que hemos valorado en los últimos 40 años, compuesto por 1520 cantantes de ópera.

Es importante señalar que los cantantes de ópera profesionales son un grupo muy específico de personas, muy reacios a dar ningún dato de carácter personal, especialmente en cuanto a sus trastornos de la voz o dificultades en la vida privada. Por esta razón, creemos que algunas patologías que sufren no son comunicadas de forma rutinaria a los médicos generales, pero si al especialista de confianza.

El trastorno psicológico de la voz es una enfermedad muy compleja, que a menudo se diagnostica mal y por lo tanto se le aplica un tratamiento inadecuado. Tanto el diagnóstico como el tratamiento de esta afección deben ser multidisciplinarios, involucrando al terapeuta del habla, psicólogo, psiquiatra y al otorrinolaringólogo, teniendo cada uno de los especialistas un papel importante en el proceso terapéutico.

El establecimiento correcto de criterios de diagnóstico, no sólo para la evaluación de la voz, sino también para el diagnóstico psicológico ayudaría a mejorar el tratamiento del proceso. Un diagnóstico correcto de PVD es una tarea encomendada a un grupo de especialistas, pero también debe hacerse partícipe a los médicos generales.

2. Hipótesis y Objetivos

Siguiendo una de las líneas del Equipo de Investigación en Neurociencia Básica y Aplicada del Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud de la Universidad Camilo José Cela, la tesis que se presenta se centra en el estudio general de los diferentes tipos de voz operística, el efecto de las hormonas sexuales sobre la voz, las medidas antropométricas de las cuerdas vocales, las características fonatorias de los cantantes de ópera y los problemas patológicos que afectan con mayor frecuencia y sus consecuencias.

El material para la elaboración de la tesis está suministrado por el doctorando como fruto de su experiencia de más de 45 años de médico especialista en Otorrinolaringología en la Clínica Clarós de Barcelona y como médico consultor del Gran Teatro del Liceo de Barcelona.

Los diferentes aspectos para el desarrollo de esta tesis están basados en técnicas exploratorias, antropométricas, fonatorias y valoración de las patologías más frecuentes de los cantantes y sus etiologías.

2.1. Hipótesis

Se estableció como hipótesis principal que la voz se modifica con una serie de factores a lo largo de la vida, tales como la acción de las hormonas, la muda y maduración de la voz y laringe, el envejecimiento, la administración de fármacos, la actividad profesional o el efecto de ciertas actuaciones quirúrgicas sobre la cavidad faríngea, nasal o nasosinusal.

Además, se plantearon las siguientes hipótesis específicas:

- 1) El aumento de las hormonas sexuales en la pubertad afecta la voz del niño/a, pero, ¿hay un sistema de predicción de cuando esto ocurrirá?

- 2) Los niños que cantan en una coral infantil tienen una patología vocal dependiente de esta práctica, pero, ¿es mayor o menor su incidencia que los niños que no cantan en corales?
- 3) La longitud de las cuerdas vocales cambia según la edad, así como la masa corporal, impactando en las diferentes tesituras de los cantantes, pero, ¿cómo podemos encontrar un sistema fiel para su cuantificación?
- 4) Existen lesiones en las cuerdas vocales y laringe cuando éstas se exploran, pero, ¿afectan todas o solo algunas de ellas a la voz de un modo objetivo?
- 5) Durante los exámenes endoscópicos frecuentes se detectan anomalías y asimetrías de los aritenoides, por razones naturales, pero, ¿tienen repercusión en la producción de la voz?
- 6) La voz se modifica con los cambios de las hormonas sexuales, aunque su determinación en una población de cantantes profesionales no está completamente estudiada ni evaluada, pero, ¿podemos matizar en qué condiciones fisiológicas o farmacológicas suceden estos cambios?
- 7) El embarazo modifica la voz, pero, ¿cuáles son los motivos y en qué momento?
- 8) La menopausia podría alterar la voz, pero, ¿lo hace realmente?
- 9) Se habla del Do de pecho, pero, ¿realmente existe?
- 10) Es habitual hablar de la fatiga vocal, pero, ¿cuáles son sus causas y su tratamiento?
- 11) Algunos fármacos tienen efectos secundarios sobre la voz, pero, ¿es frecuente que afecten a la voz de los cantantes?

- 12) Se sabe que algunas intervenciones quirúrgicas pueden modificar la voz profesional, aunque no hay estudios concluyentes, pero, ¿realmente la afecta intervenciones como la amigdalectomía o la rinoplastia cosmética?
- 13) La presbifonía y el envejecimiento fisiológico afectan la emisión de la voz, pero, ¿cuáles son los motivos exactos?
- 14) Conocidas son las alteraciones y afectaciones de la voz en los cantantes, pero, ¿se afectan por igual todos o solo algunas tesituras?

2.2 Objetivos

El objetivo principal de esta tesis doctoral es poner de manifiesto la influencia de los diferentes factores intrínsecos y extrínsecos sobre la voz en los profesionales de la voz en la ópera.

Por su parte, los objetivos específicos planteados son los siguientes:

- 1) Conocer detalles de la influencia de las hormonas sexuales en la muda de la voz y sus cambios de la laringe en el niño/a.
- 2) Conocer el posible impacto patológico que puede sufrir la voz de los niños que cantan en coros respecto a una población infantil que no lo hace.
- 3) Describir un sistema válido para medir la longitud de las cuerdas vocales aplicable a las diferentes tesituras de los cantantes de ópera.
- 4) Detallar y valorar las lesiones asintomáticas que se presentan en la laringe y su efecto sobre la voz.

- 5) Estudiar y valorar la importancia de las anomalías en la simetría de la laringe y su repercusión en la voz operística.
- 6) Evaluar los cambios anatómicos y funcionales que se presentan en la laringe y en la voz cantada de las cantantes profesionales como consecuencia de las variaciones hormonales que se ocasionan en:
 - Tratamiento con anticonceptivos hormonales.
 - Tratamientos estimulantes de la concepción.
- 7) Analizar las modificaciones de la voz cantada en el embarazo.
- 8) Analizar las modificaciones de la voz cantada en la menopausia.
- 9) Entender que es el mal llamado “Do de pecho”.
- 10) Conocer la incidencia y causa de la fatiga vocal en los cantantes.
- 11) Estudiar los efectos secundarios de los diferentes fármacos sobre la voz profesional de los cantantes.
- 12) Estudiar la repercusión que pueda tener la práctica de la cirugía amigdalina en la voz de los cantantes profesionales.
- 13) Estudiar los efectos del envejecimiento sobre la voz profesional y detalles sobre la presbifonía.
- 14) Estudiar la incidencia de la voz de los cantantes profesionales de ópera, según su tipo de tesitura vocal.

3. Material y métodos

La metodología de esta tesis doctoral está basada en los estudios efectuados por el doctorando en los diferentes tipos de voces operísticas. Se puede consultar los detalles de esta investigación interna en los diferentes apartados de los estudios de investigación publicados e incorporados a esta tesis doctoral por compendio de artículos publicados.

El desarrollo de la tesis doctoral se basa en los artículos escritos y publicados recientemente y dentro del tiempo comprendido entre la matriculación del doctorando en el Programa y el final del periodo considerado como suficiente en el desarrollo y preparación de la misma y su lectura, que se mencionarán a continuación.

Cada uno de estos capítulos incluidos en el apartado “Resultados” es el fruto de los trabajos de investigación del doctorando y han sido analizados para ser publicados por el autor aportando su desarrollo, contenido, resultados y conclusiones alcanzadas.

Toda la metodología y el desarrollo de los distintos estudios que conforman la tesis se llevaron a cabo con la supervisión del grupo de trabajo constituido por los autores colaboradores de los diferentes artículos médicos confeccionados para establecer la relación entre las hormonas y la voz operística o bien la influencia de los diferentes factores que modifican su voz, según la dirección del doctorando, siendo éste su principal y primer autor.

La metodología de la tesis incluyó, además, una revisión sistemática previa de los datos existentes, y la realización de encuestas a los profesionales de la ópera y/o a los directores de corales con una metodología de análisis estadístico.

En los artículos utilizados en esta tesis doctoral se han realizado estudios de cohorte, retrospectivos, con seguimiento durante un periodo considerado como útil en cada uno de los diferentes temas.

Las muestras de los pacientes valorados en los diferentes artículos han sido suficientemente amplias para que tengan valor de estudio clínico.

Técnicas diagnósticas

La valoración de la longitud de las cuerdas vocales se ha efectuado mediante el estudio TAC de baja radiación para medir las cuerdas vocales. Para la valoración funcional de la laringe se han utilizado la videolaringoscopia y la videolaringo-estroboscopia para las medidas funcionales de los valores fonéticos.

El estudio acústico de la voz de los pacientes se ha basado en el análisis de la frecuencia fundamental y de sus variaciones, el *Jitter*, *Shimer*, rango vocal y fonetograma.

El análisis aerodinámico se ha realizado mediante el tiempo máximo de fonación, el débito aéreo fonatorio y la medición indirecta de la presión subglótica.

Para valora la discapacidad vocal se ha utilizado el *Voice Handicap Index* (VHI), que actúa como método simple para cuantificar los problemas vocales.

3.1. Revisión sistemática del historial clínico de los pacientes

Se llevó a cabo una revisión sistemática de nuestra base de datos de pacientes profesionales de la voz operística que recogen los diferentes historiales clínicos, prestando especial atención a todos los detalles que podían servir para hacer las estrategias para su inclusión y para la evaluación de los resultados.

Una vez seleccionados todos nuestros datos, se prepararon los artículos y se analizaron los datos utilizando métodos estándar para revisiones sistemáticas. La información obtenida se utilizó para respaldar una iniciativa de consenso para definir potenciales estándares y recomendaciones para mejorar la atención durante la transición.

3.1.1. Estrategia de búsqueda bibliográfica

Se utilizaron las bases de datos Medline, Embase y PsycINFO, seleccionando aquellos documentos de interés para el desarrollo de esta tesis doctoral hasta el periodo de depósito de la misma en diciembre 2018.

La búsqueda bibliográfica se limitó a alteraciones de la voz por las hormonas sexuales, la mutación de la voz, la influencia de los diferentes medicamentos, el envejecimiento de la voz, la fatiga vocal, las anomalías laríngeas que influyen o no en la producción de la voz operística, así como al estudio antropológico de la longitud de las cuerdas vocales según la tesitura de los diferentes tipos de voces.

3.1.2. Preparación de los estudios

Los estudios se realizaron siguiendo un orden de interés según la acción de las hormonas u otros factores que puedan influenciar en la voz profesional y en los profesionales de la voz operística.

Cada uno de los estudios efectuados ha sido elaborado según nuestra experiencia y siguiendo los datos existentes en nuestra base de datos. Algunos de los artículos se han basado en las encuestas efectuadas de modo personal e individual a cada uno de los encuestados, descartando aquellos incompletos o que no dieron su consentimiento.

3.1.3. Evaluación de calidad de los estudios

Para calificar la calidad de los artículos y estudios nos basamos en las siguientes dimensiones: el nivel de definición o reproducibilidad, en investigaciones previas sobre cada tópico, la disponibilidad de indicadores de calidad y la presencia de resultados o evidencia de la efectividad del estudio.

3.2 Encuestas

Se realizó un estudio entre los diferentes profesionales de la voz, unas veces mediante entrevista personal y otras remitiendo unos cuestionarios de fácil cumplimentación y reenvío para que se pudieran extraer los datos más significativos que nos podían interesar para la confección del estudio (véase Anexo 1).

Todas las respuestas de los cuestionarios fueron anónimas. A los participantes se les preguntó su nivel de aceptación y acuerdo con cada cuestión o pregunta formulada.

3.3 Metodología de los estudios

El proceso de consenso de los diferentes artículos publicados se sometió a las siguientes etapas:

- 1) Establecimiento de normas para poder incluir sujetos voluntarios que quisieran colaborar.
- 2) Una revisión sistemática de la literatura.
- 3) Establecimiento de un marco de trabajo, desarrollo de un mapa del proceso y generación de un primer borrador de estándares y recomendaciones.
- 4) Interacción adicional de recomendaciones.
- 5) Desarrollo de recomendaciones en la confección del artículo siguiendo la metodología y normas para los autores de las revistas médicas especializadas en estos temas tan especializados de la voz y laringe, tales como: *Journal of Voice*, *JAMA ORL*, *Revue de Laringologie, Otologie, Rhinologie*; *European Annales of Otorhinolaryngology*; *Otolaryngology Head and Neck Surgery*; *Acta Otolaryngologica*; *Logopedics Phoniatics Vocology*, entre otras.
- 6) Establecimiento de estándares e indicadores de calidad de los revisores de las diferentes revistas que aceptaron nuestros manuscritos, tras las correcciones oportunas e indicadas por el Editor Jefe o los correctores.

3.4 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se recopilaron en una hoja de cálculo de Excel y se importaron al software Statistica 13.1 (Statsoft Poland, Cracow) para el análisis estadístico. La significancia estadística se informó en el nivel alfa de 0.05 ($\alpha = 0.05$). Un valor de P por debajo de 0.05 se consideró significativo ($P < 0.05$). La prueba de chi-cuadrado se aplicó para comparar las diferencias entre las características de los grupos de canto y no canto y las diferencias entre la prevalencia de los trastornos de la voz en ambos grupos, y para determinar si las diferencias son estadísticamente relevantes.

5. Discusión General

Como se ha especificado en el apartado correspondiente, el objetivo general de la presente tesis doctoral es poner de manifiesto la influencia de los diferentes factores intrínsecos y extrínsecos que actúan sobre la voz en los profesionales operísticos, incidiendo en los factores hormonales. Es conocido que a veces un trastorno en la fonación no tiene una causa medible objetivamente por ello, se hace imprescindible estudiar si éste puede ser debido a trastornos psicológicos. No obstante, hacer un diagnóstico de trastorno psicológico de la voz (PVD) puede resultar imprescindible a pesar de que es un proceso difícil, especialmente en los cantantes profesionales, por lo que es de vital importancia descartar cualquier otra causa. Esto por su parte exige que los especialistas en el campo de la patología de la voz dispongan de herramientas de medición y de datos de referencia para poder compararlos con el paciente cantante (133).

El mecanismo diagnóstico en todos los sujetos con una alteración en la producción de la voz debe someterse a un protocolo de evaluación de su patología. En primer lugar, debería ser examinado por un especialista en otorrinolaringología, mediante un endoscopio rígido de 70° o 90° o un fibroscopio conectado a una cámara de alta definición y disponer de la posibilidad de obtener una grabación con las cuerdas en movimiento fonatorio. Este examen debe llevarse a cabo sistemáticamente y, especialmente, durante la articulación de la emisión de las vocales e/ i /a así como durante el canto emitiendo sonidos graves y sonidos más agudos y todos ellos registrados mediante una videolaringoscopia (VLS) o una videofibrolaringoscopia con toma de imágenes digitales de alta velocidad (HSDI), para de este modo poder evaluar la movilidad de las cuerdas vocales, su simetría, así como la amplitud de las ondas vibratorias de la mucosa laríngea.

Se tendrá cuidado especial en la valoración del cierre de las cuerdas vocales que debe ser completa y regular. Es importante realizar una palpación manual del cuello en la zona de la laringe, pues puede revelar tensión muscular y dolor, lo que permite determinar o excluir trastornos de la tensión muscular vocal (MTVD).

Simplemente la valoración de la producción de la tos nos puede ayudar a detectar el origen histérico del proceso disfónico. Antes de remitir a un paciente al psicólogo, hay que evaluar las características de su voz y el grado de disfonía, midiendo los parámetros de su rugosidad, respiración y astenia mediante la escala GRBAS y / o la escala (VHI) índice del hándicap vocal.

El *Pitch* y el rango vocal lo podemos definir usando un sistema estroboscópico tipo Bruel & Kjaer con imágenes digitales de alta velocidad. Recomendamos hacer grabaciones de alta definición de la voz.

Cuando se remitan los pacientes al foniatra o al logopeda deberemos, previamente, hacer una supervisión estrecha por un especialista en otorrinolaringología, valorando las lesiones que se producen en las cuerdas vocales.

La evaluación psicológica completa se realizará midiendo los niveles de estrés y ansiedad, utilizando escalas estandarizadas tipo Hamilton de calificación de Ansiedad (HAM-A), escala de Hamilton para la Depresión (HAM-D), inventario de Depresión de Beck (BDI), Inventario del Estado y Rasgo de Ansiedad (STAI), Escala de Ansiedad Hospitalaria y Depresión (HADS). El psicoanálisis debería definir si se ha producido algún evento de vida estresante o si el paciente sufre una reacción de conversión o cualquier otro conflicto psicológico. Si se considera necesario, debe realizarse, también, un examen psiquiátrico completo (133).

Las hormonas, especialmente las sexuales, tienen una influencia constante a lo largo de toda la vida en el ser humano, más específicamente en el caso de la mujer, pero también en el hombre.

Cuando se trata de valorar lo que ocurre en las personas que se dedican de modo profesional o semiprofesionalmente al canto lírico, se hace más evidente, ya que pequeñas variaciones se acusan con alteraciones de la función vocal.

En el periodo pre, puberal y post-puberal, debido a la acción del desarrollo hormonal, tanto niños como niñas desarrollan su laringe, con lo que este cambio anatómico conduce a una variación en el tono fundamental de la voz (135). Esto es la llamada “muda de la voz” (**Artículo 1**).

Al comparar los posibles efectos patológicos sobre las cuerdas vocales entre los niños que cantan en un coro infantil y los que no lo hacen, paradójicamente hemos demostrado que existe una correlación entre ambos, es decir, que los trastornos de la voz son mucho más comunes en el caso de los niños que no cantan que en el caso de los coristas (39% en comparación con el 23%) (**Artículo 2**).

En el caso de las niñas también detectamos hallazgos interesantes. Los cálculos han mostrado correlación negativa estadísticamente significativa entre el periodo de la muda de la voz y la frecuencia fundamental en las niñas de edades entre 9,5 y 12 años. Ésta disminuye en este periodo de edad, después de que el cambio de la muda de la voz se produzca. Hemos observado también que se confirma que hay una relación estadísticamente positiva entre la edad de la muda de la voz y la primera menstruación, lo que significa que cuando más precoz sea la aparición de ésta, más pronto se producirán los cambios de maduración de la voz en la niña.

Aunque hay varios estudios que han investigado sobre la muda de la voz y las formas de predecirla, aún hay puntos dudosos (136). La mayoría de autores lo han hecho solo con la ayuda de los parámetros acústicos de la voz, pero nosotros lo hemos realizado, además, con la comparación de la longitud de las cuerdas vocales mediante el estudio TAC de laringe, utilizando la técnica descrita en el **Artículo 3** de esta tesis y publicada en *Journal of Voice*.

Es importante señalar que, según nuestra información, esta correlación no ha sido estudiada previamente por otros autores y menos en un grupo tan numeroso de niños como el de nuestro estudio. En la investigación de la mayoría de los autores consultados que hemos tenido acceso, esta correlación no se encontró (67), o la que se encontró era totalmente lo contrario (es decir, una correlación positiva entre el canto y la presencia de daño en el tejido de las cuerdas vocales y trastornos de la voz). Por lo tanto, al haber aumentado la cantidad de la muestra estudiada tiene mucha más credibilidad nuestro estudio.

Una posible explicación a este hecho sería que los niños que cantan en una coral saben de forma intuitiva y empírica, desde pequeños, cómo usar sus voces sin causar traumatismos vocales, al tiempo que se les enseñan ejercicios de foniátricos que

deben realizar regularmente. Esto no ocurre en los niños que no cantan bajo la supervisión de los directores de las corales y que están expuestos a traumas vocales en situaciones cotidianas, tales como gritar durante la práctica de los deportes de equipo o jugar con sus hermanos y amigos.

Desde otro punto de vista, los niños que son aceptados como miembros de los coros infantiles son un grupo preseleccionado por las características naturales de su voz. Esta selección inicial es, en efecto, la primera detección de los posibles trastornos de las cuerdas vocales y, por esta razón, la prevalencia de lesiones de las mismas en los principiantes que cantan en el coro, es muy baja.

Las lesiones típicas de la laringe por mal uso de la voz, tales como los nódulos de las cuerdas vocales, son hasta dos veces más frecuentes en el grupo de niños que no cantan. En realidad, son niños chillones sin control logopédico (137).

Otro factor que confirma nuestros hallazgos es el hecho de que el reflujo laringoesofágico es mucho más frecuente en los niños que no cantan en coros (83 de niños y 11% de prevalencia contra 49 niños y 6,3% de prevalencia, con una diferencia estadísticamente relevante y un valor $P=0.002$), mientras en la misma población de niños, el resultado del reflujo laringoesofágico es el opuesto o sea, es más frecuente en el grupo de niños que cantan en el coro (39 niños y 5,1% de prevalencia contra 28 niños y 3,6% de prevalencia y sin embargo sin una diferencia estadísticamente relevante con un valor $P=.2541$).

Es evidente que, aunque el síntoma de reflujo es más frecuente en los niños no coristas, el diagnóstico se hace más frecuentemente en el grupo de niños coristas, ya que acuden con más frecuencia al médico especialista que les practica controles regulares de su laringe.

Hay otros factores de riesgo que pueden afectar las cuerdas vocales, tales como la locuacidad, el llanto, el nerviosismo, los deportes de equipo y el reflujo y otros diferentes que pueden potencialmente causar traumas de la voz. Uno de ellos sería tocar un instrumento de viento, que es muy popular en el grupo de niños cantores que, por definición, están más orientados musicalmente. Otros serían un entorno

socioeconómico específico, problemas emocionales y conflictivos en el hogar, o criarse en una gran familia con muchos hermanos.

Por último, podemos afirmar que los resultados que encontramos en nuestro estudio en un grupo muy grande de individuos, tanto niños cantores como no y mediante investigaciones muy cuidadosas durante varios años, son lo suficientemente válidas como para que podamos confiar en que existe una correlación negativa entre cantar en un coro de niños y/o niñas y la presencia de lesiones de la laringe y de trastornos de la voz.

La longitud de las cuerdas vocales y de la propia laringe tiene una importancia para la clasificación de las diferentes tesituras de los cantantes; por ello, la necesidad de encontrar un sistema que sea capaz de tener un valor con bajo riesgo de equivocación. Por lo tanto, esta información es particularmente interesante para los cantantes jóvenes que buscan conocer la longitud de sus cuerdas vocales.

La valoración del crecimiento laríngeo, en especial el desarrollo de las cuerdas vocales, tiene sus dificultades y limitaciones. En primer lugar, debemos tener en cuenta que las mediciones radiológicas tienen una precisión ampliamente aceptada y asumida como bastante exacta aunque no totalmente verdadera. Pero cabe señalar que, con los equipos y la tecnología que hemos utilizado en nuestros exámenes con Tomografía Axial Computarizada (TAC) de la laringe consiguen parámetros de resolución particularmente altos que se potencian cuando las exploraciones que se han efectuado por TC son posteriormente analizadas varias veces, en los diferentes cortes y planos por especialistas, para minimizar la distancia entre la medición realizada y la realidad anatómica (138).

Otra característica dificultosa de este estudio antropométrico podría ser, su valoración en el caso de los niños, sin embargo, la población infantil que hemos incluido en el estudio es suficiente para creer en la fiabilidad de los resultados aportados en nuestro trabajo (**Artículo 3**).

El análisis estadístico de nuestro estudio mostró que, junto con el aumento de la longitud de las cuerdas vocales, el rango vocal se vuelve más estrecho. Por lo tanto,

la voz de soprano tiene el rango vocal más extenso y el de bajo el más estrecho. **(Artículo 3).**

En nuestra investigación, los datos mostraron diversidad en los parámetros de estatura en los grupos estudiados. Las diferencias más significativas se observaron entre los diferentes géneros. Los grupos masculinos difieren el uno del otro. Varios estudios previos propusieron una relación entre la altura, la edad y el género en la longitud de las cuerdas vocales y confirmaron valores significativamente más altos para los hombres (69, 70).

Aunque se demostró que la longitud de las cuerdas vocales varía sistemáticamente entre los diferentes tipos de voz, sería difícil usarla como un único criterio de dicha clasificación. No obstante, el rango de la voz cantada y la frecuencia de los formantes dependen no solo de la longitud de los pliegues vocales sino también del tamaño de las cavidades resonadoras. Por ejemplo, las frecuencias de los formantes tienen una distinción sistemática entre tenores, barítonos y bajos, y, así mismo, entre soprano y contralto.

Referente a las patologías encontradas en las laringes de los diferentes cantantes operísticos podemos decir que no todas ellas tienen una repercusión negativa en la producción de la voz **(Artículo 4).**

Nuestro estudio muestra una frecuencia del 40,17% (47 de 117 pacientes) de cantantes portadores de anomalías asintomáticas en las cuerdas vocales. Esta frecuencia parece sorprendente. Sin embargo, muchos estudios muestran una incidencia de 58-86,1% de anomalías asintomáticas laríngeas en cantantes después de someterse a una exploración rutinaria mediante una videoestroboscopia. Esto se explica porque hay anomalías de la laringe, sin valor funcional, halladas durante este examen y que no interfieren en la producción de la voz.

Lo mismo ocurre con las asimetrías de los cartílagos aritenoides de la laringe. A pesar de la importancia de la articulación cricoaritenoides, muy pocos estudios han evaluado la asimetría aritenoides en aducción, específicamente en los cantantes. Cuando hay una asimetría de los cartílagos aritenoides durante la aducción, los

otorrinolaringólogos, a menudo, desconocen su importancia y dudan de lo que es normal y lo que es anormal. Tampoco es conocido si la asimetría se correlaciona con alteraciones de la postura, tensión del cuello y el ataque glótico. A diferencia de otras articulaciones del cuerpo, en la articulación cricoaritenoidea no es fácil su palpación y sólo se puede tener acceso mediante una vista axial de la laringe por vía endoscópica. En consecuencia, la presencia o ausencia de anomalías de la articulación cricoaritenoidea o aritenoidea basadas en la simetría o asimetría en el movimiento aductivo de los aritenoides es un desafío clínico **(Artículo 5)**.

Como hemos mencionado anteriormente las hormonas sexuales actúan sobre la voz de los cantantes más de lo que nos pensamos. Durante el ciclo menstrual normal periódico hay variaciones de niveles hormonales que influyen en la calidad de la voz femenina en cada uno de los momentos en que se encuentre la mujer **(Artículo 6)**.

Existen dos condiciones naturales que anulan el ciclo hormonal que regula la menstruación. Una es el embarazo y la otra la menopausia. La voz se modifica durante el embarazo en especial en el tercer trimestre.

Durante el embarazo, el cuerpo experimenta importantes cambios fisiológicos, anatómicos, metabólicos y hormonales y son las hormonas sexuales las que afectan directamente a la laringe, en especial a su mucosa, músculos y a su lubricación. Sin embargo, en la literatura médica hay muy pocos artículos que se refieran a la repercusión de la voz de la cantante embarazada (139).

En el embarazo los estrógenos y la progesterona están más altos de lo habitual, siendo la progesterona la hormona dominante y la que, altera las características sonoras de la voz. Durante el primer y el tercer trimestre, debido a la hiperemia (aumento del flujo sanguíneo) causada por el vómito frecuente, y especialmente en el tercer trimestre, por el reflujo gastroesofágico se produce la irritación de las cuerdas vocales.

La calidad de la voz, especialmente, durante el periodo de los 2 a los 7 meses del embarazo es mejor, debido a que hay una mayor lubricación, lo que permite a las cantantes profesionales cantar sin dificultad. Pero en los últimos 2 meses del

embarazo, el apoyo respiratorio diafragmático es más difícil debido al aumento de la distensión abdominal y es complicado mantener un buen soporte respiratorio, lo que se transforma en una respiración clavicular alta (**Artículo 7**).

En este último periodo, la capacidad pulmonar se ve comprometida y la respiración durante el canto se vuelve mucho más conflictiva. Comienza la retención de líquidos ya que el aumento progresivo del útero está bloqueando la circulación sanguínea. Es característico que las cuerdas vocales estén edematizadas y que se presenten algunos cambios en su voz y en el rango vocal (**Artículo 7**).

En los últimos meses del embarazo hay un mayor nivel de estrógenos y de progesterona que actúan sobre las fibras de colágeno de la lámina propia de las cuerdas vocales y finalmente aumenta el grosor de las mismas y se produce una disminución de su motilidad, además del efecto de sequedad que se produce lo que perturba la producción de la voz cantada, perdiendo su brillo natural debido a la sequedad que se produce.

De nuevo, más avanzada la vida de la mujer, la acción de las hormonas sobre la voz femenina es manifiesta. Las mujeres en el periodo de la postmenopausia tienen niveles bajos de estrógenos y de progesterona y por lo tanto los andrógenos tienen una acción más significativa (**Artículo 8**).

Durante la menopausia los ovarios cesan la producción de progesterona y finalmente funcionan sólo como una glándula endocrina que secreta muy poca hormona (79). Cuando el nivel de los estrógenos es menor, los receptores de hormonas sexuales reciben más andrógenos, dando lugar al engrosamiento de la mucosa de las cuerdas vocales lo que ocasiona, como resultado, una voz más grave con una cualidad más masculina. Los cambios más frecuentes en este periodo son: sequedad de garganta, carraspeo frecuente, nivel bajo de frecuencia fundamental de la voz, aumento de la rugosidad y voz más grave. En su exploración clínica encontramos, con frecuencia, moco espeso en sus cuerdas vocales junto a la evidencia de un desequilibrio hormonal (140).

Para los profesionales masculinos de la ópera también se producen otros factores que modifican su voz, como, por ejemplo, la edad y las limitaciones a realizar ciertas filigranas vocales, como consecuencia.

El Do sobreagudo, más vulgarmente, llamado “*de pecho*”, es el nombre que recibe en música la nota más alta de la tesitura habitual del tenor cuando se emite con la voz plena, es decir, sin utilizar la técnica del *falsete*. Corresponde al Do_5 de la escala (según el índice acústico del sistema de notación musical internacional, o Do_4 según el índice acústico del sistema de notación musical franco/belga) y una frecuencia de 523,251 hertzios. Sin embargo, como se ha mencionado, esta nota no es la más aguda que puede emitir la voz del tenor; en algunas arias para tenor se alcanza el Re sobreagudo e incluso notas más altas, aunque son muy difíciles de interpretar con voz natural sin utilizar el *falsete*. Hay que tener en cuenta que existe también un Do sobreagudo una octava más alta, que corresponde a la voz de soprano (**Artículo 9**).

Durante una carrera profesional brillante hay casi siempre momentos delicados que el cantante debe superar. Uno de ellos es el sobreesfuerzo vocal. La fatiga vocal es una de las condiciones más debilitantes que pueden afectar a los cantantes; sin embargo, actualmente se sabe poco sobre los mecanismos metabólicos reales que producen la fatiga vocal, y debido a la naturaleza misma de esta condición, puede ser difícil diagnosticar con precisión la causa (**Artículo 10**).

La fatiga vocal es un precursor del daño vocal si no se controla y la voz descansa o se trata. Hay dos tipos de fatiga que ocurren en la laringe. La fatiga muscular y la fatiga tisular (o mucosa). La fatiga muscular generalmente se describe como un dolor fuerte o agudo en un área difusa de la garganta. La fatiga tisular es una sensación dolorosa en una zona más localizada, generalmente en el área de las cuerdas vocales (**Artículo 10**).

El cantante debe vigilar la ingesta de fármacos y sobre todo evitar su interferencia ya que muchos de ellos afectarían la calidad de la producción de su voz (140). La primera duda que teníamos al empezar a hacer este estudio era saber realmente cuáles eran los medicamentos que más frecuentemente toman los cantantes y conocer los síntomas subjetivos que suelen padecer (**Artículo 11**).

El cantante profesional, en muchos aspectos personales, pero aún más en lo que representa su estado de salud o enfermedad, guarda un verdadero silencio y misterio y son muy herméticos a pronunciarse al respecto. Dada la buena relación del médico de los cantantes, al que le tienen toda la confianza y sabiendo la existencia del secreto profesional por parte del facultativo, tenemos acceso a conocer bastante aproximadamente las terapias y efectos secundarios más comúnmente producidos.

El cuidado médico a los profesionales de élite de la ópera debe proporcionar un enfoque multidisciplinario y una comprensión integral de las posibles interacciones entre medicamentos y los efectos potenciales de este (**Artículo 11**).

En otro ambiente terapéutico, especialmente para los cantantes jóvenes que presentan con frecuencia procesos infecciosos amigdalares de repetición la primera pregunta que les surge es: ¿hay riesgos de cambiar la voz después de sufrir una amigdalectomía? Conscientes de esta existencia de dudas y preocupaciones a este respecto hemos querido efectuar un estudio entre nuestros pacientes cantantes de ópera e intervenidos de este procedimiento denominado amigdalectomía (**Artículo 12**).

Hemos establecido un protocolo especial tanto antes, durante, como después de la operación para minimizar los daños a las estructuras que participan en el hablar y cantar, como el paladar, la lengua, los dientes y los labios. La cirugía también se debe adaptar al cantante, eliminando el tejido de una manera selectiva conservadora y equilibrando su impacto en la resonancia oral (141). Las encuestas relacionadas en nuestros pacientes intervenidos ponen de manifiesto, que estos resultados son satisfactorios y que su calidad de vida y producción de la voz es mejor. Así mismo éstos recomendarían la cirugía de amigdalectomía a sus colegas cuando se cumpliesen las indicaciones quirúrgicas (**Artículo 12**).

Con el paso de los años, el cantante llega al envejecimiento de su voz. La llamada presbifonía, concepto relativamente reciente, es el fenómeno natural del envejecimiento que afecta a las cuerdas vocales, con pérdida de su elasticidad, menor tono muscular y atrofia de las cuerdas, que producen un hiatus de cierre de las

mismas y su contacto íntimo es incompleto. Se produce fatiga al hablar y mayor al cantar, con frecuente presencia de trémulo (**Artículo 13**).

En las mujeres de cierta edad se suman los cambios menopáusicos (por bajada de estrógenos) y sus cuerdas se hacen más gruesas con lo que la voz se hace más grave, con un progresivo estrechamiento de su registro, pérdida de los armónicos más agudos y pérdida de potencia vocal. "Con el paso de los años la mujer masculiniza su voz y el hombre la feminiza" (142).

En el varón, a partir de los 70 años, se produce un efecto vocal contrario al de la mujer. Algunos cantantes de cierta edad recurren a la hormonoterapia androgénica para mantener su voz grave, pero es desaconsejable por los problemas prostáticos posibles.

El descenso en la producción de hormonas tiroideas también puede repercutir en la voz, por lo que es fundamental en estos casos administrarles tratamiento sustitutivo.

Otra hormona que puede modificar la voz es la hormona del crecimiento que, a raíz de algún caso tratado de acromegalia, les ha cambiado su tesitura y ha servido para hacer comentarios y publicar artículos médicos.

En los profesionales de la voz hemos practicado en estudio referente a conocer si las diferentes tesituras de ellos sufren de un modo similar el mismo daño vocal. Nuestros resultados confirmaron, que existe una relación entre el tipo de voz que tiene un cantante de ópera y la incidencia de patologías de las cuerdas vocales. Nuestro estudio demostró que la incidencia mayor de trastornos de la voz fue claramente superior en el grupo de cantantes con tesitura de soprano y menor en la tesitura de los cantantes de barítono o bajo (143).

Puede haber un par de razones de esta observación. En primer lugar, como describimos en nuestro artículo, las cuerdas vocales de las sopranos son las más cortas, y durante el canto son las que más se extienden. Al mismo tiempo, también son las que están más expuestas a mayor tensión mientras cantan en las frecuencias más altas. Finalmente, conocemos que las partes de partitura dedicadas a la soprano

desempeñan un papel especial en las óperas, y por lo general las arias para soprano son las más largas y las más exigentes, y por lo tanto, afectan más a las cuerdas vocales (**Artículo 14**).

5.1. Limitaciones de la investigación

Aunque en esta tesis doctoral, basada en nuestra experiencia sobre la voz operística y las hormonas, se han abordado la mayoría de las circunstancias y situaciones en las que las hormonas sexuales influyen sobre la voz, especialmente en el caso de las mujeres, hemos querido también destacar los demás problemas en el caso del varón. Por otro lado, nos ha faltado poder realizar estudios complementarios en endocrinología y con terapias hormonales que pudieran haber completado los resultados obtenidos en nuestras investigaciones.

Somos conscientes que la emisión de la voz y sus diferentes patologías son temas que pertenecen de lleno al campo de la otorrinolaringología y de la foniatría, especialidades que conocemos en profundidad. Sin embargo, el tema tratado en esta tesis doctoral también entronca con las especialidades de endocrinología y ginecología, ámbitos en el que nuestros conocimientos son más limitados.

Es preciso indicar que las estadísticas que se han efectuado en los diferentes artículos detallados en esta tesis doctoral se han realizado sobre grupos limitados de candidatos. Sin embargo, también hay que resaltar que se trata de un colectivo muy especial, con una enorme limitación en su acceso personal y profesional, por lo que las muestras obtenidas son realmente relevantes.

Los métodos utilizados para la exploración y evaluación de los sujetos estudiados han sido los convencionales "clásicos" para su estudio clínico; sin embargo, somos conscientes que en los laboratorios experimentales y de investigación básica de la voz se dispone de medios físico-acústicos de alta tecnología con los que se hubieran conseguido, quizás, resultados más relevantes. Por último, hemos de insistir que el colectivo de profesionales de la voz, en los que hemos basado los diferentes artículos que conforman esta tesis doctoral, no es fácil de reunir.

5.2. Desarrollo de futuro

Todo el material y los estudios que se han efectuado en el desarrollo de esta tesis doctoral, constituyen un material inédito, potencialmente, para poder servir como base de un tratado o libro dedicado a los “cuidados de la voz profesional de la ópera”, para su conocimiento y el de sus maestros y profesores de canto. Este podría ser un proyecto a desarrollar a corto plazo.

Así mismo, muchos de los conceptos que se incluyen en esta tesis doctoral son útiles para los teatros líricos del mundo operístico. El papel de las diferentes hormonas que influyen durante la vida de un cantante explicaría las variaciones de la calidad de su voz durante su vida y pueden hacer más comprensible a la dirección artística y a los responsables de la selección de los artistas este fenómeno de la voz mediante las audiciones individuales o colectivas.

6. Conclusiones finales

Mediante las investigaciones llevadas a cabo en esta tesis doctoral, se puede confirmar la hipótesis general de partida, es decir, que la voz se modifica con una serie de factores a lo largo de la vida, tales como la acción de las hormonas, la muda y maduración de la voz y de la laringe, el envejecimiento, la administración de fármacos, la actividad profesional o el efecto de ciertas actuaciones quirúrgicas sobre la cavidad faríngea, nasal o nasosinusal.

En concreto, se puede afirmar que:

Artículo 1

- Hay un método para predecir la muda de la voz mediante las modificaciones de la laringe y de la voz en el niño. Una forma de evaluar esta muda de la voz podría ser mediante un examen de rutina de la longitud de las cuerdas vocales y los parámetros acústicos de la voz. En las niñas tiene valor la menarquia como factor predictivo.

Artículo 2

- Los trastornos funcionales de la voz son mucho más frecuentes en los niños que no cantan en una coral que los que lo hacen de una forma regular.

Artículo 3

- El estudio de la medición de las cuerdas vocales en los cantantes profesionales demuestra que la longitud de las mismas varía entre los diferentes tipos de su tesitura vocal. El uso de la técnica descrita con TAC es muy útil.
- La longitud de las cuerdas vocales está inversamente relacionada con el rango vocal y está fuertemente influenciada por el género, la altura y el IMC. A más altura mayor longitud de cuerdas.

Artículo 4

- Al explorar las laringes de cantantes profesionales sin ninguna patología sospechada de la voz, se puede detectar que hay, en un número de ellas, ciertas anomalías asintomáticas.

Artículo 5

- Uno de cada dos cantantes líricos examinados presenta una asimetría de los aritenoides durante la aducción. Su incidencia es prácticamente igual entre hombres y mujeres.
- La presencia de asimetría de los aritenoides no parece correlacionarse con la mala alineación en la postura corporal, tensión excesiva del cuello o un ataque de glotis anómalo y no produce síntomas vocales funcionales, tales como disfonía.

Artículo 6

- La laringe de la mujer está fuertemente influenciada por las hormonas sexuales, principalmente por los estrógenos y la progesterona, y por ello, aumenta la fragilidad vascular, se favorece la producción de hematomas y la aparición de edema en las cuerdas.
- Los nuevos anticonceptivos orales modernos son más estables y ayudan a regularizar las diferencias hormonales en los diferentes periodos del ciclo menstrual, dando una voz más estable y facilitando ciertas técnicas vocales como el *appoggio*.

Artículo 7

- El embarazo influye sobre la voz, especialmente durante el tercer trimestre, en el que se presenta sequedad de las cuerdas vocales, edema de las mismas, hipervascularización, aumento de la viscosidad del moco de la superficie de las cuerdas y mayor incidencia del reflujo gastroesofágico. Todo ello se manifiesta por ronquera, fatiga vocal y disminución del tiempo máximo de fonación, mientras que la frecuencia fundamental no varía.

Artículo 8

- En el 78% de las laringes de las cantantes en periodo menopáusico se evidencia sequedad, atrofia o distrofia de las cuerdas, edema, disminución del color nacarado típico de las mismas y la presencia de microvarices que, junto

con los trastornos de la coagulación, son las responsables de los hematomas espontáneos que se presentan en las cuerdas.

Artículo 9

- El mal llamado Do de pecho no existe; es un Do sobreagudo y corresponde al Do5 de la escala (según el índice acústico del sistema de notación musical internacional, o Do4, según el índice acústico del sistema de notación musical franco/belga) a una frecuencia de 523,251 hertzios.

Artículo 10

- La fatiga vocal es uno de los problemas más frecuentes (22%) que afecta a los profesionales de la voz operística. Los tres síntomas más frecuentemente encontrados son, dolor muscular (87,27%), fatiga muscular (76,36%) y dolor difuso agudo en el cuello (70,37%).
- La administración de medicamentos antiinflamatorios no producen una recuperación más rápida de la fatiga vocal.
- Hay una relación significativa entre los síntomas del trémulo de la voz y el dolor muscular en las mujeres cantantes. Los demás síntomas no son demostrativos de un sexo determinado.

Artículo 11

- La interferencia de la acción de los medicamentos sobre la voz está demostrada y su riesgo aumenta en el caso de la polifarmacia.
- El mayor conocimiento en farmacogenética sobre los SNPs (*Single Nucleotide Polymorphisms*) que afecta la farmacocinética de los medicamentos puede disminuir los efectos negativos que la administración de algunos fármacos tiene sobre la voz.
- Los SNPs en los genes que codifican las enzimas hepáticas de las familias P450, CYP1, CYP2 y CYP3, implicadas en su eliminación, pueden modificar la farmacocinética de los fármacos y, por lo tanto, sus niveles sanguíneos.

- Para una correcta medicación y minimizar al máximo los efectos adversos, debemos aplicar la farmacogenética y consultar sistemáticamente, en las bases de datos adecuadas, las interacciones de toda la medicación, sin olvidar la ingesta de hierbas y otros productos naturales que el paciente toma como automedicación.

Artículo 12

- La práctica quirúrgica de la amigdalectomía no solo no modifica la calidad de la voz de los cantantes que han sido intervenidos quirúrgicamente, sino que en muchos de ellos mejora su rango vocal, *fiato*, emisión de la voz y la capacidad respiratoria, desapareciendo las apneas nocturnas.

Artículo 13

- El envejecimiento es la causa de las modificaciones morfológicas y dinámicas naturales de la laringe que influyen sobre las características de la voz con atrofia de las cuerdas vocales asociada a un aspecto de glotis en oval o de un edema de las cuerdas vocales. Es la presbifonía.

Artículo 14

- La incidencia de las alteraciones de la voz es mayor entre las sopranos (50%), en comparación al 20% entre los contratenores, tenores y barítonos, 10% entre contraltos y mezzosopranos y prácticamente sin patología en la voz del bajo-barítono y bajo.

7. Bibliografía.

1. Enard W, Przeworski M, Fisher SE, Lai, CSL, Wiebe V, Kitano T, et al. Molecular revolution of FOXP2, a gene involved in speech and language. *Nature* 2002; 418: 869-72.
2. Fernández González S, Vázquez de la I. F, Marqués Girbau M, et al. La historia de la voz. *Rev. Med. Univ. Navarra*. 2006; 50: 9-13.
3. García-Tapia R, Cobeta I. Diagnóstico y tratamiento de los trastornos de la voz. Ponencia de la SEORL. Madrid: Garsi editores; 1996.
4. Dandrey P. La phonoscopie, c'est-à-dire la science de la voix. En: *Littératures classiques «La voix au XVIIIe siècle»*. 1990; (12). 4
5. Mersenne M. *Harmonie Universelle*. 1994; (1-2):133-172.
6. Ferrein A. *Mémoire de l'Académie Royale des Sciences, séance du 15 novembre 1741*. Paris; 1754.
7. Sperati G, Bozzini P. IL Lichtleiter. *Acta Otorhinol Italica*.2002 2:465-466.
8. Gould WJ, Sataloff RT, Sifiegel JR. *Voice surgery*. St. Louis, MO: Mosby Year Book Inc.; 1993
9. Luschinger R, Arnold GE. *Voice speech and language*. Belmont: Wadsworth Publishing Co.; 1967.
10. Vernero I., Schindler O. *Storia della logopedia*. Springer 2012. ISBN 978-88-470-2053-5
11. Hirano, M. Morphological structure of the vocal cord as a vibrator and its variations. *Folia Phoniatria, Logop*.1974. 26(2): 89-94.
12. Titze, IR. *Principles of voice production*. 1994. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. ISBN 013717893X
13. De Bont M, Wuyts F, Van de Heyning P, Croux C. Test-retest study of the GRABS scale: Influence of experience and professional background on the perceptual rating of voice quality. *J Voice*. 1997; 11(1):74-80.
14. Gelfer MP. Evaluation of vocal fold vibratory patterns in normal voices. *J Voice*. 1990; 4:335-345.
15. Jiang JJ, Lin E, Hanson D. Vocal fold physiology. *Otolaryngol Clin N Am*. 2000; 33(4):669-717.

16. Sataloff RT, Heman-Ackah YD, Hawkshaw MJ. Clinical Anatomy and Physiology of the voice. *Otolaryngol Clin North Am.* 2007; 40 (5):909-29.
17. Abaza MM, Levy S, Hawkshaw M, et al. Effect of medications on the voice. *Otolaryngol Clin North Am.* 2007; 40 (5):1081-1090.
18. Abitbol P., Abitbol B. Sex hormones and the female voice. *J. Voice.* 1999; 13 (3):424-46.
19. Amir O., Biron-Shental T., Muchnik C., Kishon-Rabin L. Do oral contraceptives improve vocal quality? Limited trial on low-dose formulations. *Obstet. Gynecol.* 2003; 101 (4):773–777.
20. Clarós P. "La veu i l'òpera. Visió del metge ORL". *Revista de la Reial Acadèmia de Medicina Catalunya.* Abril-Junio 2015. Vol. 30 (2); 47-51.
21. Davies D.G., & Jahn A. F. *Care of the Professional Voice: A Management Guide for Singers, Actors and Professional Voice Users.* Butterworth Heinemann: Oxford; 1999. ISBN 9780713667950.
22. Hamdan AL, Mahfoud L, Sibai A, Seoud M. Effect of pregnancy on the speaking voice. *J Voice* 2009; 23 (4); 490-493.
23. Lundy DS, Silva C, Casiano RR, Lu FL, Xue JW. Cause of hoarseness in elderly patients. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998; 118(4):481-485.
24. Pontes P, Brasolotto A, Behlau M. Glottic characteristics and voice complaint in the elderly. *J Voice.* 2005; 19 (1): 84-94
25. Roy N., Stemple J., Merrill, R. M., et al. Epidemiology of voice disorders in the elderly: Preliminary findings. *Laryngoscope,* 2007; 117 (4)628–33
26. Griffin B, Woo P, Colton R, Casper J, Brewer D. Physiological characteristics of the supported singing voice. A preliminary study. *J Voice* 1995; 9: 45-56.
27. Cleveland TF, Stone RE, Jr, Sundberg J, Iwarsson J. Estimated subglottal pressure in six professional country singers *J.Voice* 1997; 11 (4): 403-409.
28. Sundberg J. *The science of the singing voice.* Northern Illinois University Press, editor. 1989. DeKalb, Illinois. United States ISBN 10: 087580120X. ISBN 13: 97808 75 801209
29. Titze IR, Sundberg J. Vocal intensity in speakers and singers. *J Acoust Soc Am* 1992; 91 (5): 2936-2946.
30. Titze IR. The importance of vocal tract loading in maintaining vocal fold oscillation. *Proceedings of the Stockholm music acoustic conference.* Royal Swedish Acad. Music 1985; 46 (1): 61-67.

31. Birch P, Gumoes B, Stavad H, Prytz S, Bjorkner E, Sundberg J. Velum behavior in professional classic operatic singing. *J Voice* 2002; 16 (1): 61-71.
32. Fant G, Kruckenberg A, Liljencrants J. The source-filter frame of prominence. *Phonetica* 2000; 57 (2-4): 113-127.
33. Miller DG, Schutte HK. Physical definition of the «flageolet register». *J Voice* 1993; 7: 206-212.
34. Abitbol J., Abitbol P., Abitbol B. Sex hormones and the female voice. *J Voice*, 1999; 13 (3):424-446.
35. Abitbol J. Normal Voice Maturation: Hormones and Age. En Benninger MS, ed., *the Performer's Voice*. San Diego: Plural Publishing, 2006.
36. Chaes W., Choi G., Kangh J., Choj O., Jins M. Clinical analysis of voice change as a parameter of premenstrual syndrome. *J Voice*, 2001; 15 (2): 278-283.
37. Amir O., Kishon-Rabin L. Association between birth control pills and voice quality. *Laryngoscope*, 2004; 149 (6):1021–1026.
38. Caruso S., Roccasalva L., Sapienza G., Zappal AM., Nuciforo G., Biondi S. Laryngeal cytological aspects in women with surgically induced menopause who were treated with transderm strogen replacement therapy. *Fertility and Sterility*, 2000; 74 (6):1073-1079.
39. Cherney K. Estradiol vs. Premarin: Comparing Strength and More. <http://www.healthline.com/health/menopause/estradiol-vs-premarin> (accessed February 14, 2016).
40. Amir O., Biron-Shental, T. The Impact of Hormonal Fluctuations on Female Vocal Folds. *Current Opinion in Otolaryngology and Head and Neck Surgery*, 2004; 12 (3):180-184.
41. Lã FMB., Ledger WL., Davidson JW., Howard DM., Jones GL. The effects of a third generation combined oral contraceptive pill on the classical singing voice. *J Voice*, 2007; 21 (6):754–761.
42. Pribuisiene R., Uloza V., Kardisiene V. Voice Characteristics of Children Aged between 6 and 13 Years: Impact of Age, Gender and Vocal Training. *Logopedics Phoniatrics, Vocology*, 2011;36:150-155.
43. Hacki T., Heitmüller S. Development of the Child's Voice: Premutation, Mutation. *Intern J Pediatric Otorhinolaryngology*, 1999; 49 (1S): 141-144.
44. Kadakia, S., Carlson, D., Sataloff, R. The Effect of Hormones on the Voice. *J Voice*, 2013; 69 (5):571-574.

45. Decoster W., Ghesquiere S., Steenberge S. Great Talent, Excellent Voices. No Problem for Pubertal Girls? *Logopedics, Phoniatrics Vocology*, 2008; 33:104-112.
46. Sataloff, RT. Sex Hormones and Singers: Endocrine Effects on Voice. *NATS J*, 1994; 51:31-34.
47. Sataloff RT., Spiegel J., Mary J., Hawkshaw RN., Jones A. Hormones and the Voice. *NATS J*, 1993; 50:43-50.
48. Tata, J. One Hundred Years of Hormones. *EMBO Reports* 2005; 490. <http://www.su.edu/athletic-training/athletic-training-programs/performing-arts-medicine-certificate/>
49. Mortola J. Issues in the Diagnosis and Research of Premenstrual Syndrome. *Clinical Obstetrics and Gynecology*, 1992;35 (3):587-598.
50. Clarissa D., Davis M. The Effects of Premenstrual Syndrome on the Female Singer. *J Voice*, 1993; 7 (4):337-353.
51. Chae SW., Geon C., Hee JK. Jong OC., Sung, MJ. Clinical Analysis of Voice Change as a Parameter of Premenstrual Syndrome. *J Voice*, 2001; 15 (2):278-283.
52. Ryan M., Kenny D. Perceived Effects of the Menstrual Cycle on Young Female Singers in the Western Classical Tradition. *J. Voice*, 2009; 23 (1):99-108.
53. Morris R., Gorham-Rowan M., Herring K. Voice Onset Time in Women as a Function of Oral Contraceptive Use. *J Voice*, 2009; 23 (1):114-118.
54. Fuhrmann U., Krattenmacher R., Slater E., Fritzemeier KH. The Novel progestin drospirenone and its natural counterpart progesterone: Biochemical profile and antiandrogenic potential. *Contraception*, 1996; 54:243-251.
55. Fraser M., Sohrabi RN., Farrokh M. Free Testosterone. University of Rochester MedicalCenter. https://www.urmc.rochester.edu/encyclop/content.asp.ContentTypeId=167.ContentID=testosterone_free (accessed November 27, 2015).
56. Huang G., Pencina K., Coady J., Beleva, Y., Bhasin S., Basaria S. Functional Voice Testing Detects Early Changes in Vocal Pitch in Women During Testosterone Administration. *J Clinical Endocrinology and Metabolism*, 2015; 100 (6): 2254-2260.
57. Lã F., Sundberg J. Pregnancy and the Singing Voice: Reports from a Case Study. *J Voice*, 2012; 26 (4):431–439.
58. Hancock A., Gross HE. Acoustic and Aerodynamic Measure of the Voice during Pregnancy. *J Voice*, 2014; 29 (1):53-58.

59. Cassiraga L., Castellano AV., Abasolo J., Abin E., Izbizky G. Pregnancy and Voice: Changes during the Third Trimester. *J Voice*, 2012;26 (5):584-586.
60. Saltürk Z., Lütfi Kumral T., Bekiten G., Atar Y., Ataç E., Aydoğdu I., Yıldırım G., Kılıç A., Uyar Y. Objective and subjective aspects of voice in pregnancy. *J Voice*, 2015; 30 (1):70-73.
61. Raj A., Guota B., Chowdhury A., Chandha SA. Study of voice changes in various phases of menstrual cycle and in postmenopausal women. *J Voice*, 2010; 24 (3):363-368.
62. D'Haeseleer E., Depypere H., Claeys S., Van Lierde K. The Impact of Menopause and Hormone Therapy on Nasal Resonance. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 2012; 3769-3774.
63. Abitbol J. *Odyssey of the Voice*. San Diego, CA: Plural Pub., 2006.
64. Yezdan FT., Engin-Ustun Y., Kizilay A., Ustun Y., Akarcay M., Selimoglu E., Kafkasli A. Effect of Intranasal Estrogen on Vocal Quality. *J Voice*, 2009; 23 (6):716-720.
65. Glaser R., York A., Dimitrakakis C. Effect of testosterone therapy on the female voice. *Climacteric*, 2016; 19 (2):198-203.
66. Glaser R., Dimitrakakis C. Testosterone therapy in women: Myths and Misconceptions. *Maturitas*, 2013; 74 (3):230-234.
67. Brockmann-Bauser M, Beyer D, Bohlender JE. Clinical relevance of speaking voice intensity effects on acoustic jitter and shimmer in children between 5; 0 and 9; 11 years. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2014; 78 (12): 2121-6. doi: 10.1016/j.ijporl. 2014.09.020. Epub 2014 Sep 28
68. Roers F, Mürbe D, Sundberg J. Predicted Singers' Vocal Fold Lengths and Voice Classification-A Study of X-Ray Morphological Measures. *J Voice*. 2009; 23(4):408-413. doi:10.1016/j.jvoice.2007.12.003.
69. Inamoto Y, Saitoh E, Okada S, et al. Anatomy of the larynx and pharynx: Effects of age, gender and height revealed by multidetector computed tomography. *J Oral Rehabil*. 2015;42(9):670-677. doi:10.1111/joor.12298.
70. Fitch WT, Giedd J. Morphology and development of the human vocal tract: A study. *J Acoustical Society of America*. 1999;106(3):1511-1522.
71. D'Haeseleer E, Depypere H, Claeys S, Wuyts F, Baudonck N, Van Lierde K. Vocal characteristics of Middle-Aged Premenopausal Women. *J Voice* 2011; 25: 360-366.

72. Filipa Lã, M.B., et al., "The Effects of a Third Generation Combined Oral Contraceptive Pill on the Classical Singing Voice." *J Voice* 2007;21;(6): 754-761
73. Lã FM, Ledger WL, Davidson JW, Howard DM, Jones GL. The effects of a third generation combined oral contraceptive pill on the classical singing voice. *J. Voice* 2007; 21(6):754-61
74. Lã FM, Sundberg J, Howard DM, Sa-Couto P, Freitas A. Effects of the menstrual cycle and oral contraception on singers' pitch control. *J Speech Lang Hear Res.* 2012; 55(1):247-61.
75. Marianne Fraser, "Free Testosterone," University of Rochester Medical Center, https://www.urmc.rochester.edu/encyclopedia/content.aspx?ContentTypeID=167&ContentID=testosterone_free (accessed November 27, 2022).
76. Amir O., Kishon-Rabin L., "Association between Birth Control Pills and Voice Quality." *Laryngoscope* 2004; 114 (6): 1021-6
77. Brodnitz F. Hormones and the human voice. *Bull NY Acad Med.* 1971; 47:183-191.
78. Fuhrmann U., et al., "The Novel Progestin Drospirenone and Its Natural Counterpart Progesterone: Biochemical Profile and Antiandrogenic Potential". *Contraception* 1996; 54 (4): 243-51.
79. Meurer E, Celeste M, Wender O, Corleta H, Capp E. Female Suprasegmental Speech Parameters in Reproductive Age and Postmenopause.. *Maturitas* 2004; 48: 71-77.
80. D'haeseleer E. The Impact of Menopause on Vocal Quality. *Menopause: J North American Menopause Society.* 2010; 18: 267-272.
81. Lindholm P, Vilkmann E, Raudaskoski T, Suvanto-Luukkonen E, Kauppila A. The effect of postmenopause and postmenopausal HRT on measured voices values and vocal symptoms. *Maturitas* 1997; 28: 47-53
82. D'haeseleer E. The Impact of Menopause on Vocal Quality. *Menopause: J North American Menopause Society* 2010; 18: 267-272.
83. Alier R. ¿Que es esto de la ópera? Ediciones Robinbook, S.L., Barcelona, 2008, ISBN 978-84-96024-63-5.
84. Pavarotti, el tenor más adorado y celebrado desde Caruso. El Universal, 5 de septiembre de 2007.
85. Roger Alier: Guía universal de la ópera. Ediciones Robinbook, s.l., Barcelona, 2007, ISBN 978-84-96924-03-1.

86. Clarós P. Consideraciones sobre el Do de pecho. *Revista del Gran Teatro del Liceo*. Barcelona. Temporada 2016-2017. Edición Mayo 2017. Depósito Legal: B 4687-2017. Copyright 2016 Gran Teatre del Liceu.
87. Verdolini K, Min Y, Titze IR, et al. Biological mechanisms underlying voice changes due to dehydration. *J Speech Lang Hear Res*. 2002; 45(2):268-281. doi: 10.1044/1092-4388(2002/021).
88. Brown WS Jr., Morris RJ, Hicks DM, Howell E. Phonational profiles of female professional singers and nonsingers. *J Voice*. 1993; 7: 219–226.
89. Elias ME, Sataloff RT, Rosen DC, Heuer RJ, Spiegel JR. Normal stroboscovideolaryngoscopy: variability in healthy singers. *J Voice*. 1997; 11(1):104-7.
90. Linville SE. Aging of the larynx. In: Linville SE, ed. *Vocal Aging*. Canada: Singular Thomson Learning; 2001;(2): 37–53.
91. Baken RJ. The aged voice: a new hypothesis. *J Voice*. 2005; 19(3):317-25. doi:10.1016/j.jvoice.2004.07.005.
92. Linville SE. Aging and vocal fold function; in Linville SE (ed): *Vocal Aging*. San Diego, Singular Thomson Learning, 2001; (2): 121–137.
93. Honjo I, Isshiki N. Laryngoscopic and voice characteristics of aged persons. *Arch Otolaryngol*. 1980; 106(3):149-50.
94. Morris RJ, Brown WS Jr. Age-related voice measures among adult women. *J Voice*. 1987; 1: 38–43.
95. Lortie CL, Rivard J, Thibeault M, Tremblay P. The moderating effect of frequent singing on voice aging. *J Voice*. 2017; 31 (1):1–112. doi: 10.1016/j.jvoice.2016.02.015. Epub 2016 Apr 1.
96. Maruthy S, Ravibabu P. Comparison of dysphonia severity index between younger and older Carnatic classical singers and nonsingers. *J Voice*. 2015; 29 (1): 65–70. doi: 10.1016/j.jvoice.2014.05.001. Epub 2014 Aug 29.
97. Honjo I, Isshiki N. Laryngoscopic and voice characteristics of aged persons. *Arch Otolaryngol*. 1980; 106(3):149-50.
98. Nishio M, Niimi S. Changes in speaking fundamental frequency characteristics with aging. *Folia Phoniatr Logop*. 2008; 60: 120–127. doi: 10.1159/000118510. Epub 2008 Feb 28.

99. Myint C, Moore JE, Hu A. A Comparison of Initial and Subsequent Follow-Up Stroboscopedaryngoscopy Examinations in Singers. *J Voice*. 2016; 30(4): 472-7. doi: 10.1016/j.jvoice.2015.06.013. Epub 2015 Jul 21.
100. Baken RJ. The aged voice: a new hypothesis. *J Voice*. 2005;19(3):317-25. doi:10.1016/j.jvoice.2004.07.005.
101. Morris R, et al., "Voice Onset Time in Women as a Function of Oral Contraceptive Use." *J Voice*. 2009; 23, (1):1- 142.
102. Baker J., Ben-Tovim, D.I., Butcher, A., Esterman, A., McLaughlin, K. Development of a modified diagnostic classification system for voice disorders with inter-rater reliability study. *Logopedics, Phoniatrics and Vocology*, 2007; 32(3), 99-112.
103. Andrea, M., Andrea, M., Figueira, M. L. Self-perception of quality of life in patients with functional voice disorders: the effects of psychological and vocal acoustic variables. *European Arch Oto-Rhino-Laryngology and Head Neck* 2018. doi:10.1007/s00405-018-5090-5
104. Ludlow, C. L., Domangue, R., Sharma, D., Jinnah, H. A., Perlmutter, J. S., Berke, G., Stebbins, G. Consensus-Based Attributes for Identifying Patients With Spasmodic Dysphonia and Other Voice Disorders. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 2018;144(8), 657. doi: 10.1001/jama.oto.2018.0644
105. Schalén, L., Andersson, K., & Eliasson, I. Diagnosis of psychogenic dysphonia. *Acta Oto-Laryngologica*, 1992; 112 (sup492):110-112.
106. Baker, J. Functional voice disorders: clinical presentations and differential diagnosis. In *Handbook of clinical neurology* 2016; 139, 389-405). Elsevier.
107. Mathieson, L. *Greene and Mathieson are the Voice and its Disorders*. John Wiley & Sons 2013.
108. House, a, & Andrews, H. B. The psychiatric and social characteristics of patients with functional dysphonia. *Journal of Psychosomatic Research*, 1987 31 (4); 483–90. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3668886>
109. Butcher, P. Psychological processes in psychogenic voice disorder. *Inter Journal of Language & Communication Disorders*, 1995; 30 (4):467-474.
110. Baker, J. The role of psychogenic and psychosocial factors in the development of functional voice disorders. *International journal of speech-language pathology*, 2008; 10(4):210-230.

111. Roy, N., Bless, D. M. Personality traits and psychological factors in voice pathology: a foundation for future research. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 2000;43(3):737-748.
112. Keulen, S., Verhoeven, J., De Witte, E., De Page, L., Bastiaanse, R., Mariën P. Foreign accent syndrome as a psychogenic disorder: a review. *Frontiers in human neuroscience* 2016;19 (10):168-10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00143>
113. Rubin, J. The professional voice user. In *Practical Laryngology* 2016; 19-26. CRC Press, Boca Raton, FL.
114. Willinger, U., Völkl-Kernstock, S., Aschauer, H. N. Marked depression and anxiety in patients with functional dysphonia. *Psychiatry research*, 2005. 134(1), 85-91.
115. Willinger, U., Aschauer, H.N. Personality, anxiety and functional dysphonia. *Personality and Individual Differences*, 2005; 39 (8):1441–1449. doi:10.1016/j.paid.2005.06.011
116. Kotby MN, Baraka M, El Sady SR, et al. Psychogenic stress as a possible etiological factor in non-organic dysphonia. *Int Congr Ser.* 2003;12(40):1251–6.
117. Martins, R. H. G., Tavares, E. L. M., Ranalli, P. F., Branco, A., & Pessin, A. B. B. Psychogenic dysphonia: Diversity of clinical and vocal manifestations in a case series. *Brazilian J Otorhinolaryngology*, 2014; 80 (6), 497–502. doi:/10.1016/j.bjorl.2014.09.002
118. Tezcaner, Z. Ç., Gökmen, M. F., Yıldırım, S., & Dursun, G. Clinical Features of Psychogenic Voice Disorder and the Efficiency of Voice Therapy and Psychological Evaluation. *J. Voice.* 2017; 09.022 pii: S0892-1997(17):30430-7. doi: 10.1016/j.jvoice.2017.
119. Reiter, R., Rommel, D., & Brosch, S. Long term outcome of psychogenic voice disorders. *Auris Nasus Larynx*, 2013; 40 (5):470-475.
120. Aksoydan, E., & Camci, N. Prevalence of orthorexia nervosa among Turkish performance artists. *Eating and Weight Disorders*, 2009; 14 (1): 33–37. doi:/10.1007/BF03327792
121. Andersson, K., Schalén, L. Etiology and treatment of psychogenic voice disorder: results of a follow-up study of thirty patients. *J.Voice*, 1998; 12 (1):96-106.
122. Kolbrunner, J., Menet, A. D., Seifert, E. Psychogenic aphonia: no fixation even after a lengthy period of aphonia. *Swiss medical weekly*, 2010; 140 (1-2):12-17.

123. Maniecka-Aleksandrowicz, B., Domeracka-Kołodziej, A., Różak-Komorowska A. Szeptycka-Adamus A., Management and therapy in functional aphonia: analysis of 500 cases. *Otolaryngologia Polska. The Polish Otolaryngology*, 2006; 60(2): 191-197.
124. Martinez, C. Cassol, M. Measurement of voice quality, anxiety and depression symptoms after speech therapy. *J.Voice*, 2015; 29(4):446-449.
125. Roy, N., Merrill, R. M., Gray, S. D., Smith, E. M. Voice disorders in the general population: prevalence, risk factors, and occupational impact. *The Laryngoscope*, 2005; 115 (11):1988-1995.
126. Bhattacharyya, N. The prevalence of voice problems among adults in the United States. *The Laryngoscope*, 2014; 124 (10):2359-2362.
127. Cohen, S. M. Self-reported impact of dysphonia in a primary care population: An epidemiological study. *The Laryngoscope*, 2010; 120 (10):2022-2032.
128. Fiszman A, Alves-Leon SV, Nunes RG, D'Andrea I, Figueira I. Traumatic events and posttraumatic stress disorder in patients with psychogenic *Psychiatry Res* 2009;165:128–136.
129. Baker, J. Psychogenic voice disorders--heroes or hysterics? A brief overview with questions and discussion. [Review] [101 refs]. *Logopedics, Phoniatrics and Vocology*. 2002; 27 (2):84-91.
130. Verdolini K., Ramig, L. O. Occupational risks for voice problems. *Logopedics, Phoniatrics and Vocology*, 2001; 26 (1):37-46.
131. Titze, I. R., Lemke, J., Montequin, D. Populations in the US workforce who rely on voice as a primary tool of trade: a preliminary report. *J.Voice*, 1997; 11(3): 254-259.
132. Pestana, P. M., Vaz-Freitas, S., Manso, M. C. Prevalence of voice disorders in singers: systematic review and meta-analysis. *J.Voice*, 2017; 31(6):722-727.
133. Clarós P., Karilkowska A., Clarós-Pujol A., Pujol C., Clarós A. Psychogenic Voice disorders, literatura review and personal experience with opera singers. *Journal Psychological Medecine*. 2018. In Press.
134. Aronson T, Arnold E Bless, Diane M. Treatment of voice disorders. *Clinical Voice disorders*. 4th ed.Thieme, New York. 2009.
135. Groher, ME. 'Normal swallowing in adults', (eds.), *Dysphagia: clinical Management in adults and children*, Mosby/Elsevier, Maryland Heights, Mo. 2010.

136. Thomas J, Weismer, Gary H, Jeannette D. Preclinical speech science: anatomy, physiology, acoustics, and perception, Plural Pub., San Diego.2008
137. Sapienza C., Rudy BH., Baker S.Laryngeal struc structure and function in the pediatric larynx: clinical applications. Language, Speech & Hearing Services in Schools, 2004; 35(4): 299-307.
138. Warhurst S, Madill C, McCabe P, Heard R, Yiu E. The vocal clarity of female speech-language pathology students: an exploratory study.J.Voice 2012; 26(1):63-8. doi: 10.1016/j.jvoice.2010.10.008
139. Sapienza C., Rudy BH. Voice Evaluation and its disorders. Voice disorders, 2009 Plural, San Diego, Calif.
140. Titze, I R .,Verdolini A, 'Pharmacological effects on voice', Vocology: the science and practice of voice habilitation, National Center for Voice and Speech, Salt Lake City, Utah2012; 7(2): 91-105.
141. Titze I R. 'Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: rationale and scientific underpinnings', Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR, 2006; 49(2):448-459.
142. Mathieson L., Greene M. Hyperfunctional voice disorders. Greene - Mathieson's the voice and its disorders, 6th edn, Whurr Publishers 2001, London.
143. Mathieson L., Hirani, SP, Epstein, R, Baken, RJ, Wood G., Rubin, JS. Laryngeal manual therapy: a preliminary study to examine its treatment effects in the management of muscle tension dysphonia. J. Voice 2009; 23(3):353-366.

8 Anexos

8.1 Anexo 1. Cuestionario de evaluación. Artículo 11

Medication side effects survey

1. Please, write down your initials: _ _
2. What is your gender?: Female Male
3. What is your age?: ___ yrs height?: _____ cm weight?: _____ kg
4. Do you smoke cigarettes?: Yes No
if yes how many per day, and for how long?: ___/day for ___ months/years
5. How much alcohol do you drink?:
none rarely a few times per week daily
6. How many cups of fluids (water, tea, cola, others) do you drink per day?:
___ cups
7. What is your Tessitura?:
Soprano Mezzo- Soprano Contralto Tenor Baritone Bass
Countertenor
8. Are you?: Active Performing Opera Singer or Masterclass Opera Singer
9. What are your allergies (answer if you have any)?:
dust mold trees cats dogs foods medications other:
10. *[FOR FEMALE ONLY] How would you describe your current menstrual status?:
PREMENOPAUSE (before menopause, having regular period)
MENOPAUSE
POSTMENOPAUSE (after menopause)
11. Do you have any chronic disease(s)?:
.....

12. What MEDICATION(s) do you take EVERY DAY (please give the name(s) and write how much do you take per day and for how long?:

Name	Dosage	How long
_____	_____ (mg)	_____ months/years
_____	_____ (mg)	_____ months/years
_____	_____ (mg)	_____ months/years
_____	_____ (mg)	_____ months/years
_____	_____ (mg)	_____ months/years
_____	_____ (mg)	_____ months/years
_____	_____ (mg)	_____ months/years

13. Have you ever noticed any side effect caused by a particular medication if yes, please give a name(s) and describe the side effect(s)?:

Name of a drug	Side effect(s)	Severity[0-10]	Onset
_____	_____	_____	Beginning/later _____
_____	_____	_____	Beginning/later _____
_____	_____	_____	Beginning/later _____
_____	_____	_____	Beginning/later _____
_____	_____	_____	Beginning/later _____
_____	_____	_____	Beginning/later _____

[How severe was this symptom? 0- NOT 10- EXTREMELY]

[Does this side effect occur at the BEGINNING / LATER (after how many months/years?) of starting taking it?]

14. Does taking this drug(s) affect your voice?:

(in case of more than one medication- please write down the names near the symptoms)

- __Hoarseness (coarse or stratchy sound)
- __Fatigue(voice tires or changes quality after speaking for a short period of time)
- __Volume disturbance (trouble of speaking) softly,loudly
- __Loss of range(high,low)
- __Vocal tremor
- __Changes in fiatto
- __Change in classification (example:voice lowered from soprano to mezzo)
- __Prolonged warm- up time (over 1/2 hour to warm up)
- __Breathiness
- __Frequently clearing your throat
- __Tickling sensation while speaking/Foreign body sensation in the larynx
- __Pain in throat while speaking.
- __Bitter or acid taste- bad breath
- __other way:

15. What types of MEDICATION(S) do you take FROM TIME TO TIME (ocasionally)?:

[including drugs without prescription-OTC(over-the-counter medications) like Paracetamol, anti-inflammatory drugs (ibuprofen etc.),herbal products, vitamins, diet supplements)

(please give the name(s),the dosage, side effects and severity):

Name	Dosage	Side effect(s)	Severity[0-10]
_____	_____(mg)	_____	_____
_____	_____(mg)	_____	_____
_____	_____(mg)	_____	_____
_____	_____(mg)	_____	_____

16. Do you check routinely the composition of the medications, herbals or vitamins which you can buy without prescription?: YES NO

8.2. Questionnaire: Cuestionario de evaluación. Artículo 12

The survey was created to evaluate the outcome of tonsillectomy (palatine tonsils removal surgery). Please answer the questions below.

Part 1:

Q1: What is your gender?

- Female
- Male

Q2: What was your age at the moment of surgery?

- Your answer:

Q3: What is your voice type (tessitura)?

- soprano
- mezzo-soprano
- contra-alto
- tenor
- baritone
- bass

Q4: What were the indications for the surgery? (Multiple choice question)

- Recurrent tonsillitis
- Halitosis (bad breath)
- Enlarged tonsils which caused snoring or sleep apnea
- Rheumatoid arthritis (tonsillectomy was recommended by a dermatologist)
- Endocarditis (cardiologist recommended tonsillectomy)
- Psoriasis (tonsillectomy was recommended by a dermatologist)
- Glomerulonephritis (tonsillectomy was recommended by nephrologist)
- Elevated ASO levels (Antistreptolysin O)
- Iritis (recurrent inflammation of iris; tonsillectomy was recommended by an ophthalmologist)
- Recurrent peritonsillar abscess

Q5: Has the incidence of pharyngitis-decreased since the surgery?

- Yes
- No

Q6: Has the frequency of antibiotic therapy related to throat infection decreased after the surgery?

- Yes
- No

Q7: Have you ever been tested for pharyngitis infection caused by group A streptococcus (GAS) (STREP A – test)?

- Yes
- No
- I don't know.

Part 2:

Q8: How do you feel after the surgery?

- Better
- Same
- Worse

Q9: How is your voice functioning?

- Better
- Same
- Worse

Q10: Do you feel the voice's resonance cavities have changed?

- Improved
- Same
- Worse

Q11: Have you experienced any discomfort in the pharynx after the surgery?

- Yes
- No

Q12: Have you been taking any new medication?

Yes

No

New medications...

Part 3:

Q13: Do you think your fiato (the natural ability of the singer to produce an adequate dosage of air during singing) has been modified?

Yes

No

Q14: Do you think your vocal range has modified?

Yes

No

Q15: Has the breathing improved?

Yes

No

Q16: Have your voice emission improved?

Yes

No

Q17: Would you recommend this surgery to another opera singer?

Yes

No

Maybe

Please comment if you feel I should know anything regarding your surgery

