

La preciosura del canto

Análisis del pasaje de la voz cantada

ANA GLORIA ORTEGA

Licenciada en Fonoaudiología, Vocóloga, doctoranda en Fonoaudiología para la Universidad del Museo Social Argentino, Profesora Titular de Técnicas Vocales III (Fac. de Artes y Diseño UNC) Profesora Adjunta de Ortofona I y II (Fac. de Ciencias Médicas UDA), profesora titular de Foniatria y Canto Coral (Instituto Cuyano de Cultura Musical), cantante con estudios realizados en música, guitarra y piano en la Escuela de Música (UNCuyo).

Especialista en docencia universitaria, ex fonoaudióloga de los Coros Universitario, de niños de la UNCuyo, de niños de Mendoza, de la Escuela del Magisterio, del coro Vin Juventis. Ex cantante de los coros de niños de la Escuela Bombal, del Magisterio, Universitario, del grupo vocal Nacencia. Investigadora categorizada.

Directora y Co-directora de varios proyectos de investigación.

Se analiza el denominado "pasaje de la voz cantada" en cantantes medianamente entrenados y muy entrenados con el objeto de descubrir el mecanismo laríngeo de producción del mismo e intentando determinar cuál es el pasaje principal de la voz cantada. A tal fin se analiza la extensión vocal de los cantantes a partir de la producción de escalas ascendentes y descendentes y se somete este estudio a un análisis perceptual realizado por un profesor de canto. Se analizan objetivamente la producción de glisandos ascendentes y descendentes extrayendo de ellos las componentes armónicas, las curvas de frecuencia y las curvas de intensidad. Posteriormente se analiza la vibración cordal en toda la extensión vocal a través de una electroglotografía laríngea. Se comparan los resultados objetivos y subjetivos entre sí.

Introducción:

"En última instancia debemos admitir que la ciencia se encuentra muy por debajo del arte... nuestro conocimiento del mecanismo vocal para el canto es muy limitado. Al respecto existen dos cuellos de botella principales: la limitación en cuanto a los sujetos y la limitación en cuanto a las técnicas... La cooperación estrecha entre las diferentes disciplinas es fundamental para que podamos resolver los misterios de la voz cantada".

Hirano (1988)

Los estudios científicos referidos a la voz cantada han proliferado en las últimas dos décadas debido al abaratamiento de sistemas diferentes de análisis de voz, lo que los ha hecho accesibles a la práctica de consultorio.

Resulta muy importante para todos los que, de una u otra forma nos dedicamos a la voz cantada, aunar criterios de estudio, criterios de denominación y también aunar conocimientos con respecto a temas considerados álgidos a la hora de ser tratados por un profesor de canto y por un científico que practica medicina en el arte.

El canto es un fenómeno sensorio-motor que requiere de una particular y difícil adaptación de una serie de funciones en una sinergia funcional muy complicada: alta complejidad de mecanismos vocales, alto grado de coordinación y gran cantidad de energía.

Con respecto a la terminología referida a distintos aspectos de la voz cantada, la comunidad científica posee quizá la más universal y provee además las bases más lógicas a partir de las cuales se consensuó esa terminología. Ahora, mientras esa terminología puede proveer una base para una comunicación más efectiva, se debe hacer más comprensiva y aplicable a partir de la inclusión de imágenes descriptivas y de términos específicamente artísticos.

Los procesos fisiológicos involucrados en la producción del sonido cantado o hablado han podido ser estudiados con profundidad creciente gracias al avance de técnicas de exploración cada vez menos invasivas.

Entre ellas, el uso de la fibra óptica ha permitido observar el trabajo cordal y de las estructuras vecinas en la producción de melodías muy complicadas de voz cantada. La tecnología de computación ofrece una serie de programas de análisis acústico del sonido incluidos en laboratorios de voz a través de los cuales el científico y el cantante pueden trabajar mano a mano para realizar la investigación y para comprender determinados fenómenos. Estos estudios acústicos determinan objetivamente características del ataque vocal, desarrollo de la nota, vibración cordal y aspectos resonanciales de calidad vocal. Los estudios acústicos de la voz resultan ser muy atractivos por la cantidad de información que dan y la facilidad con que se realizan.

Desde el punto de vista fisiológico y perceptual reconocemos diferencias entre la producción de los tonos agudos y de los tonos graves. Las distintas formas de vibración de las cuerdas vocales según la altura del sonido producido contribuyen a distinguir lo que los cantantes y los maestros de canto denominan "registros". Mientras que el científico de la voz se preocupa por estudiar el mecanismo de producción de los distintos registros, el cantante se preocupa por lograr una ecualización del sonido producido a través de toda la extensión vocal tanto con respecto a la cualidad de la voz como a su intensidad.

La primera definición de registro fue dada por Nadoleqzny en 1923:

"Un registro se comprende como una serie de notas consecutivas que un oído entrenado musicalmente puede diferenciar en lugares específicos y a través de su calidad tímbrica de otra serie de sonidos de diferente calidad tímbrica y ubicados en otro espacio preciso de la extensión vocal. La calidad tímbrica compartida por cada serie de sonidos depende de los armónicos compartidos. Cada uno de estos grupos de notas se siente como vibrando en determinadas regiones de la cabeza, el cuello, el pecho. La posición de la laringe cambia en la zona de transición de un registro a otro mucho más en un cantante inexperto que en un cantante con técnica vocal. Un cierto número de tonos puede ser producido indistintamente en uno u otro registro diferenciándose precisamente en la intensidad".

García, el cantante que descubrió sus cuerdas vocales con un espejo de dentista, definió registro como *"una serie de sonidos consecutivos y homogéneos que se elevan desde el grave al agudo, producidos por el desarrollo del mismo principio mecánico cuya naturaleza difiere de otra serie de sonidos consecutivos y homogéneos producidos sobre otro principio mecánico".*

Hollien y Mitchel definieron registro como *"una serie o rango de frecuencias fundamentales consecutivas de similar calidad tímbrica. Puede haber una pequeña superposición entre las frecuencias fundamentales de registros adyacentes".*

En cuanto a la gran cantidad de nombres propuestos (cabeza, modal, falseto, superior, inferior, registro silbido y registro frito) Hollien propone "modal" para el registro pesado o de pecho y "falseto" para el liviano o de cabeza.

Según Johan Sundberg la definición más común de registro es *"un rango de frecuencias fonadas en el cual todos los tonos son percibidos como producidos de una forma semejante y con un timbre semejante".*

Hollien en 1974 define registro diciendo que *"es un evento totalmente laríngeo que consiste en una serie o rango de tonos consecutivos que pueden producirse casi con el mismo timbre; hay poca superposición de registros y la definición operacional de un registro debe hacerse sobre la base de aspectos perceptuales, acústicos, fisiológicos y aerodinámicos".*

Muchos autores hablan de dos registros principales en la voz del varón y de tres registros principales en las mujeres. En la voz de mujer distinguen entre voz de pecho, media voz y voz de cabeza.

La literatura más aceptada (Van den Berg (1968), Vennard (1972), Large (1968, 1972, 1973) y Hollien et al. (1969, 1971) describe la existencia de tres registros básicos o principales: el **glottal fry** (frito vocal o registro pulso); el registro **modal** que incluye los denominados "registro medio" y "de cabeza"; el **falsete** y un cuarto registro, el registro **flauta** o silbido en la zona de agudos.

Cada registro involucra una serie de notas con pocas notas superpuestas entre distintos registros. La zona de superposición en el hombre está entre 200 y 350 Hz. En las mujeres la superposición se encuentra en la unión del registro de pecho con el medio 400Hz Sol 3 y medio con de cabeza - 660 Hz Mi 4.

Estas superposiciones de registros varían sustancialmente entre sujetos. Es fácil determinar el

registro a partir del análisis del timbre, aunque las técnicas de canto tienden a eliminar esas diferencias tímbricas.

El registro de la voz es dependiente desde el comienzo, del músculo vocal (tiro-aritenoideo). En un registro pesado -modal o de pecho-, la actividad del músculo vocal es mayor que en un registro liviano -falsete o de cabeza-. En un registro pesado, el principal controlador de la frecuencia es el músculo crico-tiroideo.

Los cantantes han descrito los registros a partir de las sensaciones subjetivas que producen. El registro grave ha sido denominado "de pecho" porque el cantante experimenta en este registro vibración en la porción superior del pecho y en la base del cuello. El registro agudo se ha denominado "de cabeza" en la mujer y "falsete" en el hombre porque sus sensaciones vibrantes se ubican en la cabeza. El registro medio se ha denominado "mixto" porque comparte ambas sensaciones alta y baja. La clasificación de registros a partir de las sensaciones que produce, ha determinado una serie de confusiones con la terminología que usan cantantes, fonaudiólogos y fisiólogos.

¿Son los registros un fenómeno exclusivamente cordal o involucran también acomodaciones del tracto vocal?

Como sabemos, estas terminologías están apoyadas en las sensaciones de los cantantes. Específicamente podemos decir que el timbre para las notas de pecho resuena en el pecho y que las notas agudas despiertan sensaciones en la zona de senos paranasales, cabeza y máscara. La fuente de sonido para ambos es laríngea.

Desde una visión fisiológica Van den Berg y Vennard (1953) presentan un film sobre la acción de las cuerdas vocales en la zona de agudos y en la zona de graves en cantantes expertos e inexpertos y en laringes cadavéricas y determinan:

a) En las notas graves:

- las cuerdas vocales se espesan o engrosan y se unen firmemente una a otra en cada ciclo vibratorio;
- las cuerdas vocales manifiestan una gran amplitud de vibración;
- el cierre y la apertura de las cuerdas vocales comienzan en la porción más baja del borde libre de las cuerdas vocales;
- las cuerdas vocales producen tonos muy ricos en armónicos y muy potentes en cuanto al volumen.

b) En las notas agudas:

- las cuerdas vocales son elongadas y afinadas por la acción combinada de los músculos crico-tiroideos y cricoaritenoides posteriores y sólo vibra el ligamento vocal (es decir la parte más anterior de las cuerdas vocales);
- el cierre glotal es incompleto y de poca duración en cada ciclo vibratorio debido a la elevada tensión de las cuerdas vocales
- el sonido producido tiene menor riqueza de armónicos y su potencia es menor en comparación con los sonidos producidos en un registro pesado.

La transición de un registro a otro ha sido propuesta como uno de los medios de clasificar la voz cantada además de las mediciones de la extensión vocal, la tessitura, el color de la voz y la media de la frecuencia de la voz hablada. Al respecto, el trabajo más extenso referido a este tema resulta ser la tesis de doctorado de Raoul Husson (1950) donde realiza un estudio detallado del pasaje del modal al falsete en los hombres y extrapola las notas de pasaje una octava más aguda para presentar el pasaje de la voz femenina, aunque no estudia voces femeninas. Este error determina que prácticamente se deje de observar y estudiar el pasaje de la octava tres (la 440 Hz) y que se dé mucha importancia al pasaje de la octava 4 (la 880 Hz). La principal transición de la voz de la mujer se da entre las notas graves y las medias, mientras que en el varón esta transición principal se observa entre las notas medias y las agudas.

Se han propuesto varias técnicas de estudio de la transición o del pasaje de un registro a otro:

Así, Mc. Glone y Brown en 1969 presentan un trabajo en el Journal of the Acoustical Society of America donde intentan describir la unión de registros haciendo emitir escalas desde el grave al agudo y desde el agudo al grave. El cantante debía informar dónde experimenta una variación en la dificultad de producción vocal, en el control de la propia voz. Estudiaron 9 mujeres y 10 varones sin entrenamiento vocal. Se les solicitó imitar tonos subiendo tono por tono e imitando sonidos enviados por unos auriculares. Las mujeres manifestaron dificultad desde 220 Hz y los hombres desde 123 Hz. Los mismos sujetos debían decir cuándo cambiaban de registro. Luego procedían desde el agudo hacia el grave de la misma forma.

Minoru Hirano, Seishi Hibi y Tomoaki Sanada presentan otro trabajo interesante en el Journal of Voice del año 1989, vol. 9 donde eva-

lúan a 3 tenores japoneses cantando las cinco vocales en modal, falseto y voz hablada. Los ejemplos de voz cantada se realizaron en la octava 3 específicamente en las notas re3 y fa3 haciendo producir esos sonidos en registro modal y luego en registro falsete y midiendo determinados valores de perturbación de altura, amplitud, energía de armónicos, ruido glótico, entre otros. El cociente de perturbación de la altura varió considerablemente con el modo de fonación; fue menor para el habla que para las muestras cantadas. El cociente de amplitud varió considerablemente según las vocales y según el modo. La caída espectral fue mayor para el falsete y menor para el registro modal.

Large investigó algo semejante y encontró que los parciales agudos son más fuertes en la voz de pecho mientras que la voz media tiene más fuerte la fundamental.

Esto nos lleva a concluir que mientras más pesado es el registro son mayores los armónicos agudos.

Vilkman, E. y Alku, P. estudiaron el pasaje de registros a través de la realización de tonos, cada uno producido en modal y falsete y observaron la zona de superposición de ambos. Aquellas notas que sólo podían ser producidas en un registro eran las indicativas de cambio o pasaje de registros. Como resultados determinaron que el primer pasaje de la voz de la mujer y el segundo pasaje de la voz de los hombres se encuentran en la misma octava para los dos sexos.

Roubeau. B., Chevie-Muller. C., Arabia-Guidet, C. estudiaron el cambio de los registros a través de la electroglotografía laríngea.

La electroglotografía laríngea (EGG), es un estudio no invasivo de la vibración cordal basado en la conductividad eléctrica de los tejidos y fluidos del cuerpo. Esta conductividad eléctrica es aprovechada para medir los cambios de impedancia al paso de una corriente entre dos electrodos. A nivel cordal, la aproximación de las cuerdas, determina una disminución de la impedancia y su separación, una elevación de la misma. Las variaciones de impedancia pueden ser graficadas en curvas que expresan fielmente las características del comportamiento cordal.

Los mecanismos laríngeos que se usan para producir un sonido en registro pesado o de pecho y registro alto o falsete se observan perfectamente en la EGG.

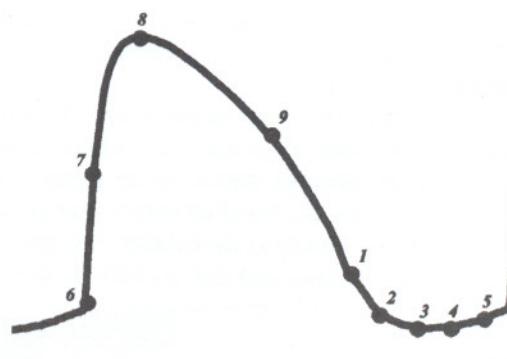


Fig. 1 Representación esquemática de un ciclo vibratorio cordal, correspondiente a una mujer de 23 años de edad, sosteniendo la vocal "a". Los puntos 1 a 5 corresponden a la apertura cordal y los puntos 6 a 9 indican cierre cordal.

Roubeau trabajó con cantantes entrenados y no entrenados (10 hombres y 8 mujeres). Se les solicitó producir glissandos ascendentes y descendentes con las vocales a- i- o. También se les solicitó mantener un mismo tono cambiando el registro, en 293 Hz, 311 Hz y 329 Hz. Se prefirió el uso de glissandos sobre las escalas porque permiten una acomodación más espontánea ya que las escalas implican un mecanismo vocal aprendido.

Los resultados demostraron que desde el grave al agudo se observa una disminución del tiempo de contacto cordal al pasar al falsete. En sentido inverso se produce un aumento del contacto cordal evidenciado por la EGG.

Las notas del pasaje varían si el glissando es ascendente o descendente. La unión de registros ocurre más aguda al subir y más grave al bajar. Esta diferencia parece ser más notoria en mujeres que en varones. El cambio se produce en 2-5 milisegundos y es precedido por una disminución de la amplitud de todas las ondas.

Estos autores no hicieron comparaciones de valores absolutos porque la EGG varía con la conductividad del tejido del cuello (los tejidos grasos son no conductivos) y con el contacto cordal.

Teniendo en cuenta que cuando se realiza un glissando, se produce un movimiento vertical de la laringe, colocaron tres electrodos a cada lado de ella y observaron que las respuestas eran iguales con el uso de un solo par de electrodos.

Como conclusión de esa investigación destacan:

- con respecto a la frecuencia donde se producen los cambios, para los glissandos descendentes el nivel de pasaje es semejante en hombres y mujeres;

- el mecanismo de variación de registros se produce tanto en mujeres como en hombres, en entrenados como en no entrenados;
- existe un ajuste de amplitud y frecuencia cuando se produce el mecanismo de cambio laríngeo;
- el ajuste de amplitud y frecuencia no depende ni del sexo ni del entrenamiento;
- el cambio de amplitud de la EGG corresponde a un ajuste de la configuración glotal relacionada con variaciones de tensión de los músculos. Con el cambio de patrón vibratorio deben rebalancearse la vibración cordal y la presión subglótica;
- mientras más grave es el cambio de registros es mayor el salto de frecuencias.

Objetivos generales del trabajo de investigación

En el presente trabajo de investigación se intenta comparar el pasaje de la voz cantada desde los puntos de vista empírico y científico, aplicando métodos de estudio subjetivos y objetivos. El pasaje será estudiado perceptualmente, acústicamente y a través de la EGG, para obtener mayor confiabilidad de respuestas.

Hipótesis de trabajo

El pasaje de registros de la octava 3 (La 440 Hz), es el más significativo (más estable y consistente) para la voz cantada, tanto en varones como en mujeres. Este pasaje es independiente del grado de entrenamiento del cantante.

Material y Método de investigación

En este estudio preliminar sobre el pasaje de registros se trabajó con 30 sujetos (17 mujeres y 13 varones) cuyas edades oscilan entre 19 y 48 años. En este grupo distinguimos cantantes corales de los coros Municipal de Mendoza y Universitario de Mendoza (2 mujeres y 10 varones), estudiantes de dirección coral (4 mujeres y 2 varones) estudiantes de canto de la Cátedra de Canto del Departamento de Música de la Facultad de Artes y Diseño (cuatro mujeres y un varón) y cantantes profesionales (seis mujeres y un varón).

A todos ellos se les efectuó un examen acústico de un glissando ascendente con la vocal "a" y un examen electroglotográfico del mismo glissando.

Por otro lado una profesora de Canto evaluó perceptualmente y con el piano la extensión vocal, la tessitura y el o los pasajes de la voz cantada.

El examen acústico fue realizado en una habitación con bajo ruido de fondo no preparada acústicamente. Las muestras de sonidos se tomaron con un micrófono profesional dinámico unidireccional Shure BG 4.0 colocado en un ángulo de 45 grados y a una distancia de 10 cm. de los labios. Esta distancia se aumentó a 30 cm. en los casos de producción de glissandos de mucha intensidad para evitar la saturación del micrófono.

Las muestras de curva electroglotográfica se tomaron con un electroglotógrafo portátil F-J Electronics EG 80 con dos electrodos colocados a ambos lados de las láminas del cartílago tiroideos y sujetados con una cinta de abrojo.

Los exámenes acústico y electroglotográfico fueron procesados en una computadora Pentium III a través de los programas Dr. Speech Science para Windows de Tiger Electronics y Gram 5.1.

Para la toma de todas las muestras se utilizó un pre-amplificador de Tiger Electronics con variación de intensidad entre 10 y 50 db.

Se compararon los resultados obtenidos a partir de cada uno de los métodos de examen (acústico, electroglotográfico y perceptual auditivo) con respecto al pasaje de registro en cada uno de los sujetos estudiados.

Según el grado de entrenamiento vocal se dividió al grupo de sujetos en "medianamente entrenados" (estudiantes de canto, estudiantes de dirección coral y cantantes corales) y "muy entrenados" (cantantes profesionales).

También se realizó un estudio comparativo según el sexo exclusivamente en el grupo considerado como "medianamente entrenados".

Debido a la gran cantidad de variables en relación con el pasaje (grado de entrenamiento, sexo, clasificación de la voz) el estudio de 30 casos sólo permitió una valoración cualitativa de los resultados y un estudio estadístico descriptivo. Para determinar correlaciones estadísticas será necesario aumentar considerablemente la casuística.

Resultado a partir del examen acústico del glissando

El examen acústico del glissando proporciona los siguientes datos:

- curva de frecuencias;
- curva de intensidades;
- despliegue de armónicos.

Con respecto a la *curva de frecuencias* se observa en algunos sujetos, tanto hombres como mujeres, un resalto de notas correspondiente al pasaje de la octava 3.

La *curva de intensidades* muestra un descenso brusco en la zona del pasaje produciendo un pico de vértice inferior, de distinta profundidad según el caso, y que coincide con el resalto de notas observado en la curva de frecuencias.

Con respecto al gráfico de *armónicos*, muestra un resalto muy significativo en la zona del pasaje de la octava 3 en hombres y mujeres y muy poco notorio en la zona de octava 4 en algunas mujeres (recordemos que los hombres sólo presentan pasaje en la octava 3, correspondiendo éste al pasaje agudo al registro de falsete).

En el gráfico N° 1 se observa el desarrollo de un glissando ascendente con la curva de frecuencias en la parte superior (A) y la curva de intensidad en la parte inferior (B). Puede observarse el resalto de notas entre las frecuencias 249 y 289 Hz, que a la vez produce una disminución de la intensidad de 61.5 db a 57 db.

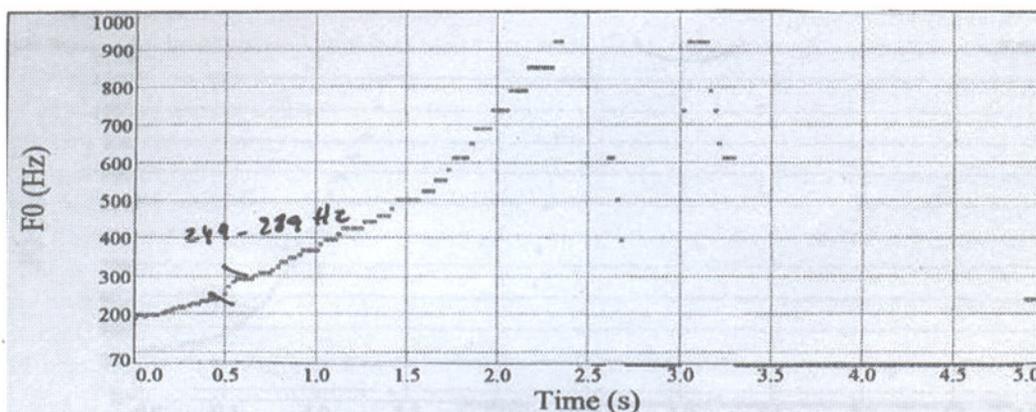
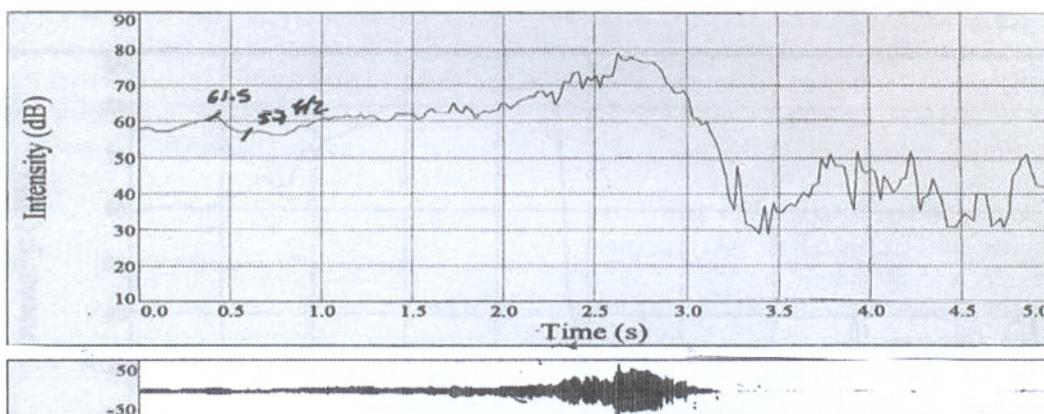


Gráfico 1A



Intensity calculation for Customer Default, Session 1, 11:29 AM on July 19, 2001

Gráfico 1B

En el Gráfico N° 2 se observa otro glissando ascendente, con pérdida de notas en la octava 4, es decir, en la zona del pasaje agudo en mujeres, en una cantante profesional (A). Igualmente se puede apreciar el pico de vértice inferior que corresponde en este caso, al cambio de timbre por acomodación del tracto vocal y a una leve disminución de la intensidad (Gráfico 2 B).

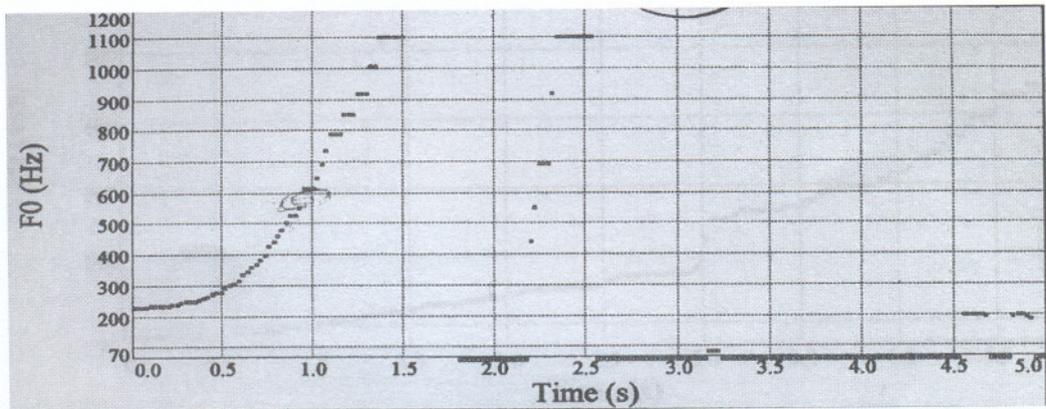
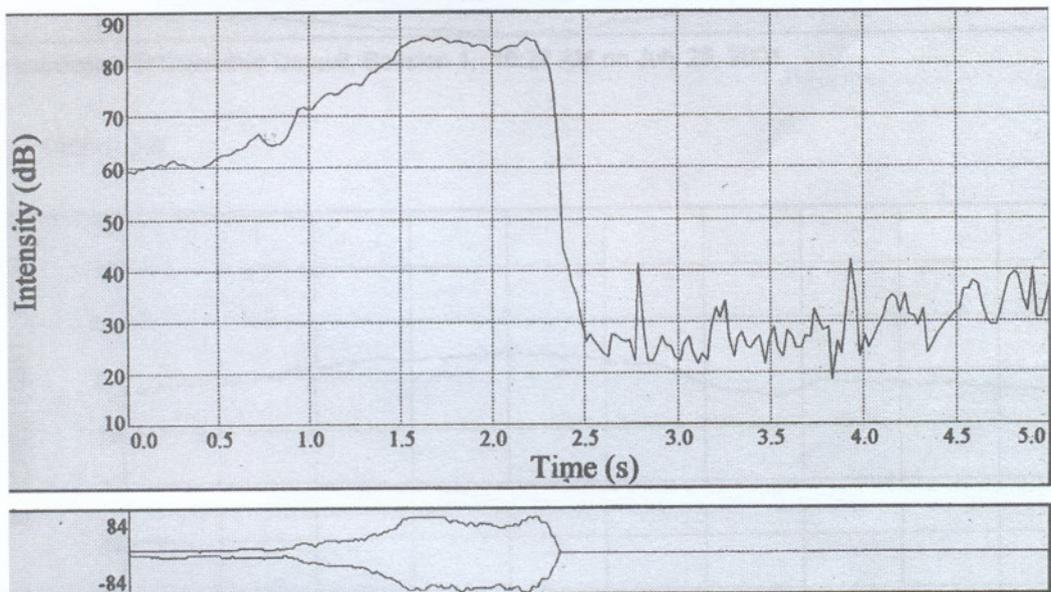


Gráfico 2A

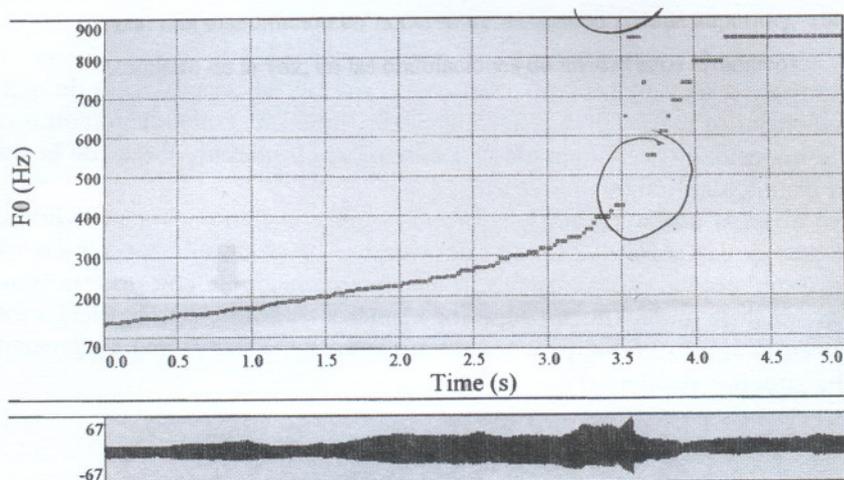


Intensity calculation for Customer Default, Session 1, 11:17 AM on July 25, 2001

Gráfico 2B

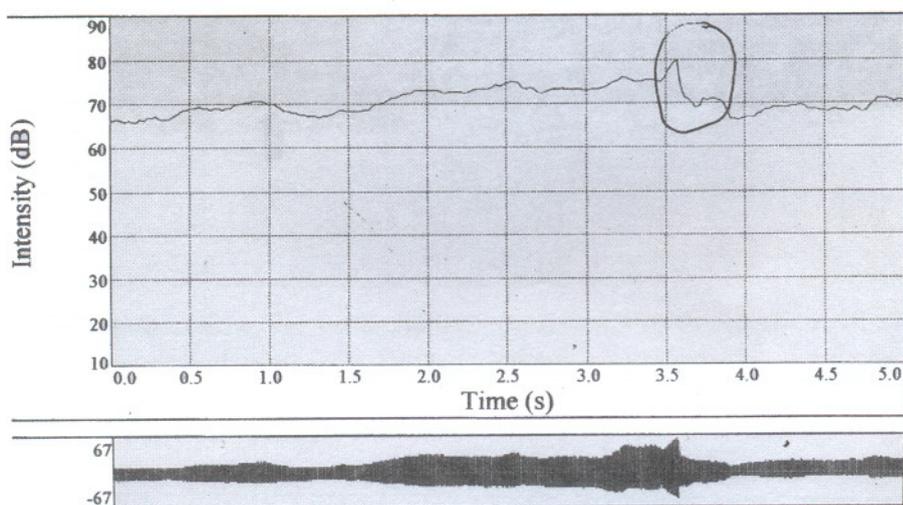
Gráfico N° 3 A: curva de frecuencia con una pérdida de notas, o agujero tonal en la zona del pasaje (octava 3) entre 420 y 550 Hz, en una voz masculina.

Gráfico 3 B: Se observa una importante disminución de la intensidad en la zona del pasaje, desde 80 db a 69 db.



O extraction for Customer Default, Session 1, 11:10-AM on July 23, 2001

Gráfico 3A



Intensity calculation for Customer Default, Session 1, 11:10 AM on July 23, 2001

Gráfico 3B

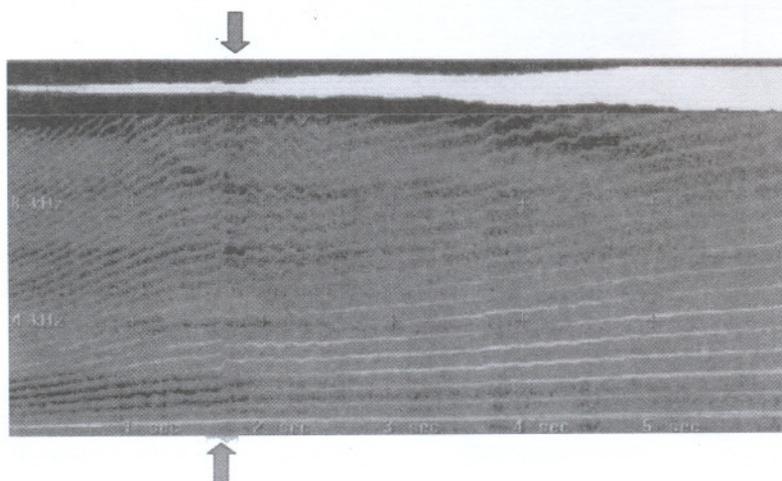


Gráfico 4

En el gráfico N° 4 se observa una imagen espectral de la emisión de un glissando de una cantante profesional. Se evidencia un resalto en los 496 Hz (flecha inferior), coincidente con una disminución en la curva de intensidad (flecha superior). También se observa el vibrato de la voz, en las ondulaciones de los distintos armónicos.

En el gráfico N° 5, se observa una imagen espectral de la emisión de un glissando de una soprano, estudiante de 4° año de la Carrera de Canto. Se evidencia un resalto en los 436 Hz (flecha inferior izquierda), correspondiente al pasaje al registro falsete y coincidente con un estrechamiento de la intensidad de la señal de audio (flecha superior izquierda). En los 533 Hz (flecha inferior derecha) comienza a cubrir el agudo lo que provoca un aumento de la intensidad evidenciado en la señal de audio (flecha superior izquierda).

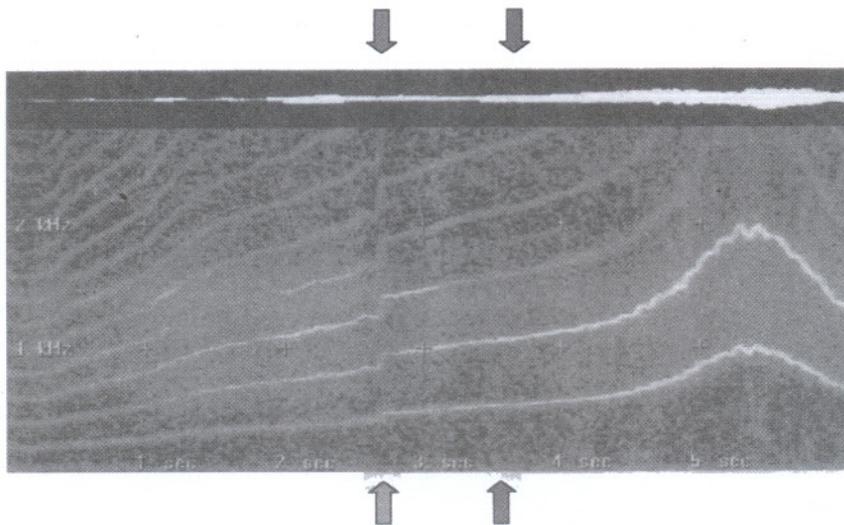


Gráfico 5

Resultados a partir del examen electroglotográfico del glissando

Si bien la electroglotografía proporcionó gran cantidad de datos (coeficiente de cierre cordal, medidas de perturbación de frecuencia e intensidad, ruido glótico, relación armónicos-ruidos, extensión etc.), se eligieron sólo los siguientes parámetros para analizar el glissando:

- curvas características de vibración cordal;
- comportamiento de la amplitud de vibración cordal;
- comportamiento de la frecuencia de vibración cordal.

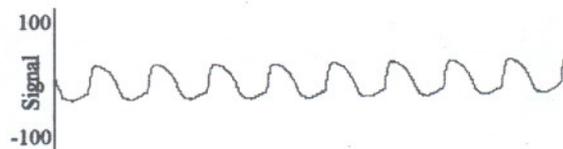
En cada glissando, se analizó:

- la zona de graves;
- la zona de medios;
- la zona de agudos;
- la zona de sobreagudos.

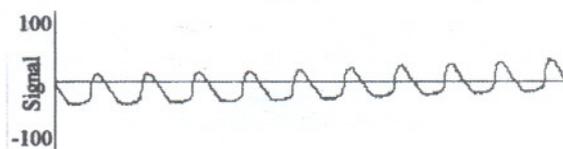
1. Curvas características de vibración cordal

a) Graves

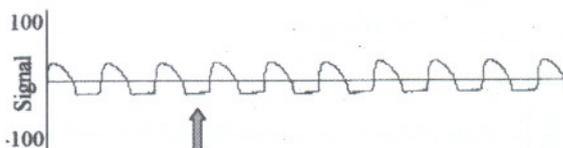
Curva 1: voz masculina



Curva 2: voz femenina



Curva 3: voz femenina

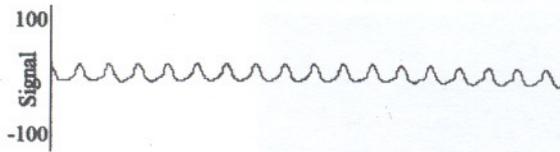


Las curvas de graves características de las voces femeninas, presentan mayor tiempo de apertura cordal (flecha inferior izquierda).

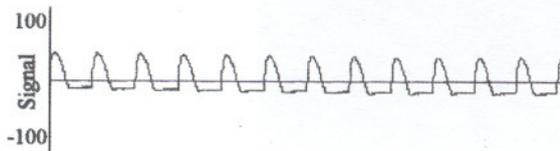
Las curvas de graves, características de las voces masculinas, presentan menor tiempo de apertura cordal que las femeninas. Ambas son armoniosas en la relación altura - ancho.

b) Medios

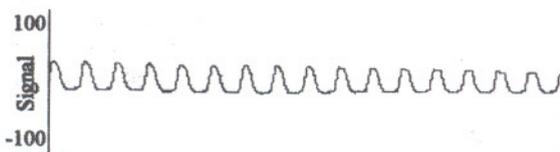
Curva 1: voz femenina



Curva 2: voz femenina



Curva 3: voz masculina



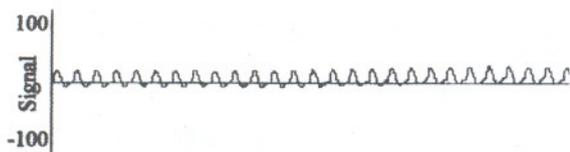
Curva 4: voz masculina



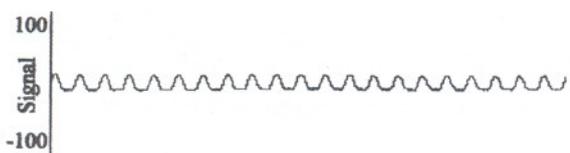
Como puede observarse, la forma de producir notas medias tanto en mujeres como hombres, resulta ser muy variable y muy dependiente de la técnica de colocación utilizadas. Las curvas aplanadas indican en general tensión fonatoria, mientras que las curvas con predominio de la altura indican fonación relajada, sin tensión.

c) Agudos

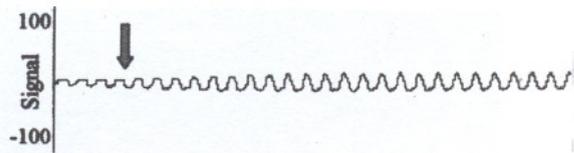
Curva 1: voz femenina



Curva 2: voz masculina



Curva 3: voz femenina



Como puede observarse las curvas de agudos presentan menor variación interpersonal, son armónicas en cuanto a tiempo de apertura y cierre y en general son triangulares.

En la curva 3 puede observarse el aumento progresivo de amplitud de la vibración cordal luego del pasaje en la octava 3, donde se produce un estrechamiento (flecha).

d) Sobreagudos

Curva 1: voz femenina



Curva 2: voz femenina



Las curvas de sobreagudos corresponden al registro flauta o silbido y son muy semejantes en todos los que producen sobreagudos, sean éstos hombres o mujeres.

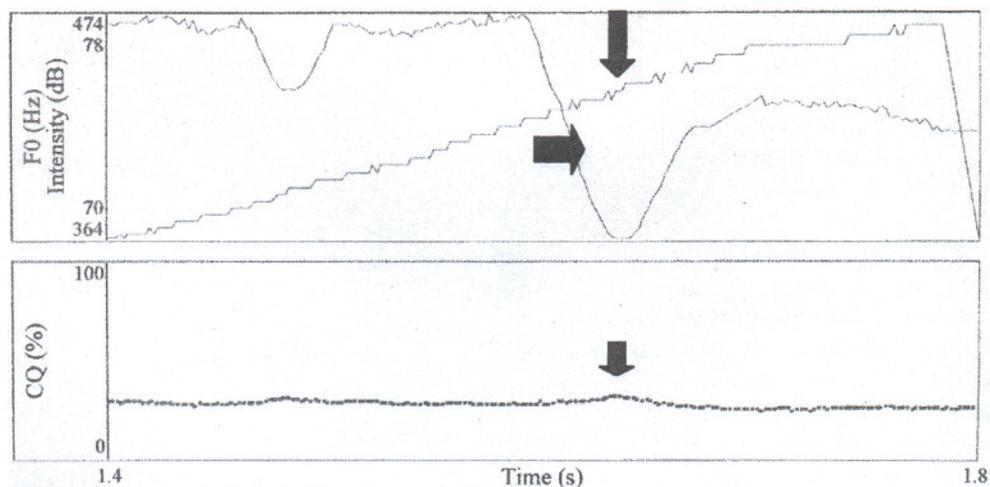
b) Comportamiento de la amplitud de vibración cordal en relación con la frecuencia

El programa Dr. Speech de análisis de los datos EGG produce un gráfico de comportamiento de frecuencia en relación con la amplitud de vibración cordal y con el porcentaje de cierre cordal.

A partir de este gráfico se puede observar claramente la zona de pasaje de registros manifestada por una disminución abrupta de la amplitud de vibración que muchas veces se ve acompañada de una alteración notoria en la curva de cierre cordal. La flecha que apunta hacia la derecha indica la zona de estrechamiento de amplitud de la vibración cordal en la zona de

frecuencias indicada por la otra flecha y correspondiente a 390 Hz. La flecha inferior indica la curva de cierre cordal en porcentajes.

Como puede observarse al relacionar las tres curvas, la disminución de la amplitud de vibración se relaciona con un leve aumento del porcentaje de cierre cordal en la zona de pasaje de registro. En este caso se trata de una soprano, cantante con el pasaje de los graves a los medios en el fa#3.



Analysis for Customer Default, Session 1, 11:45 AM on September 04, 2001

Análisis del pasaje en el grupo de cantantes:

1- Se observa una tendencia de anticipación de la señal EGG con respecto a la señal acústica. Esto indicaría una preparación de la vibración cordal (disminución de la amplitud de vibración) para acceder a la zona de pasaje. Los primeros ajustes parecen ser laríngeos y a continuación el tracto vocal adecua su comportamiento para producir los cambios acústicos y preceptuales.

2- Todos los casos evidencian el pasaje en la octava 3, excepto un caso, el cual produce los graves del glissando con mecanismo de falsete.

3- Las pruebas objetivas elegidas desenmascaran el pasaje de la octava 3 a pesar de la técnica de canto que tiende a encubrirlo.

Análisis del pasaje en el grupo medianamente entrenado:

Voces masculinas

1- Algunos hombres manifiestan una cierta acomodación del tracto vocal en la zona de las notas medias en registro modal.

2- Dos casos presentaron una rotura de tonos

en el pasaje de los agudos al falsete. Coincidentemente ambos, son los únicos que tienen sólo un año de entrenamiento de la voz cantada.

3- Nuevamente se observa una tendencia de anticipación de la señal EGG con respecto a la señal acústica.

4- Las voces masculinas presentan el pasaje entre las octavas 2 y 3.

Voces femeninas

1- Las voces femeninas evidencian inestabilidad de respuestas en la octava 4.

2- En las laringes muy flexibles de sopranos de voces livianas, la EGG no capta los agudos.

3- Si bien el comportamiento de las voces femeninas es muy inestable, para estas pruebas la mayor estabilidad de respuestas se observa en la octava 3, que corresponde al pasaje de los graves a los medios (en las voces femeninas).

4- Se observa la misma tendencia de anticipación en la señal EGG en relación con el examen acústico detectado en los otros grupos

5- El análisis perceptual de la octava 3 parece estar muy influenciado por la valoración subjetiva del examinador y por su formación.

Conclusiones

1- Los pasajes de la voz cantada de varones y mujeres pueden ser objetivados a través de los exámenes acústico espectral de armónicos y EGG.

2- La producción de un glissando es una buena forma de evaluar el pasaje de la voz cantada.

3- El tiempo óptimo de producción del glissando es de 10 segundos.

4- La vocal más sensible al pasaje es la a. A pesar de ello en algunas laringes se necesita evaluar la EGG con la vocal i.

5- La relación interdisciplinaria resulta en un enriquecimiento de todos los profesionales que trabajan con cantantes y en consecuencia de los cantantes mismos.

6- El examen perceptual de la voz cantada con respecto al pasaje parece estar muy influenciado por la formación del entrenador vocal y por la costumbre de evaluar a partir de escalas que, como dijimos anteriormente, consisten en mecanismos aprendidos que permiten una acomodación que puede enmascarar o desplazar la zona de pasaje.

7- La zona más crítica de acomodación laríngea parece ser la zona de la octava 3 en hombres y mujeres. Coincidentemente, a partir de nuestra experiencia clínica con patología vocal, ésta es la zona que se afecta inicialmente en la mayoría de los casos.

8- El entrenamiento vocal influye en la acomodación laríngea de la octava 3 en varones y de la octava 4 en mujeres.

9- Las voces masculinas presentan signos más notorios de pasaje y son más estables en sus respuestas.

10- Las voces masculinas evidencian un pasaje entre las octavas 2 y 3. Este pasaje resulta ser la transición de los medios a los agudos (del registro modal al falsete).

11- Las voces femeninas presentan mayor dispersión de respuestas en general y son más difíciles de clasificar desde el punto de vista perceptual.

12- Las voces femeninas presentan un pasaje en la octava 3 que parece ser independiente del entrenamiento vocal, resultando ser la transición de las notas graves a las medias.

Bibliografía

- AMETRANO JACKSON, C. (1987) "The high male range" *Folia Phoniatica* 39:18-25.
- BUNCH, M. (1995): "Dynamics of the singing voice". Springer-Verlag Wien New York. Third edition.
- CLEVELAND, Thomas (1977) "Acoustic properties of voice tumbre types and their influence on voice classification" *J. Acoust. Soc. Am.* Vol. 61 n6, June pp.1622-1629 N.Y.
- DREW, R.; SAPIR, SH. (1995) "Average speaking fundamental frequency in soprano singers with and without symptoms of vocal attrition" *J. of Voice* Vol. 9 n2 pp.134.
- FACAL, M. L. (1998): "La voz del cantante". Vladimir Impresos. Buenos Aires. Argentina.
- HAMLET, Sandra (1980) "Ultrasonic measurement of larynx height and vocal fold vibratory pattern" *J. Acoust. Soc. Am.* (68) 1 July. Pp. 121-126.
- MINORU HIRANO, SEISHI HIBI AND TOMOAKI SANADA (1989) "Falsetto, head/chest, and speech mode: an acoustic study with three tenors" *J. of Voice* Vol. 3 n2 pp 99-103 Raven Press N.Y.
- HOLLINEN; DEW, D.; PHILIPS, P. (1971) "Phonational Frequency Ranges In Adults" *Journal Speech Hear Res.* 14: 755-760 Gainesville Florida.
- JACKSON MENALDI, C. (1992) "La voz normal" Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires.
- KITAJIMAK; TANABE, M; ISSHIKI, N (1979) "Cricothyroid Distance And Vocal Pitch Experimental Surgical Study To Elevate The Vocal Pitch" *ANN OTOL* 88.
- MC.GLONE R; BROWN, W. (1969) "Identification of the Shift Between Vocal Registers" *The Journal of the acoustical society of America* Vol. 46 n4 part 2 pp. 1034.
- MC.GLONE R. (1970) "Air Flow In The Upper Register" *Folia Phoniatr* 22: 23-38 Buffalo N.Y.
- MURRY, T.; XU, JIE JIE; WOODSON, G. (1998) "Glottal configuration associated with fundamental frequency and vocal register" *J. of Voice* Vol. 12 n1 pp. 44.
- J.PETER, H. PABON (1991) "Objective Acoustic Vocie-Quality Parameters In The Computer Phonetogram" *J. of Voice* Vol. 5 n3 pp 203-216 Raven Press N.Y.
- PEDERSEN, M.; KITZING, P. ET AL (1982) "The change of voice during puberty in 11 to 16 years old choir singers measured with EGG fundamental frequency..." *Acta Otolaryngol, Suppl.* 189-192, Sweden.
- ROUBEAU. B.; CHEVRIE-MULLER. C.; ARABIA-GUIDET, C. (1987) "Electroglotographic study of the changes of voice registers" *Folia Phoniatr.* 39: 280-289.
- SHIPP, T.; GUINN, L.; SUNDBERG, J.; TITZE, I. (1987) "Vertical laryngeal position-research findings and their relationship to singing" *J. of Voice* Vol. 1 N3 Pp 220-222 Raven Press. N.Y.
- SULTER, A.; SHUTTE, H; MILLER, D.(1995) "Differences in phonetogram features between male and female subjects with and without vocal training " *J. of Voice.* Vol. 9 n4 pp. 363.
- SUNDBERG, J. (1980) "The science of the singing voice" Singular Publishing Inc. N.Y.
- TITZE, I., LUS CHEI, E., HIRANO, M. (1989): "Role of the thyroarytenoid muscle in regulation of fundamental frequency" *J. of Voice.* Vol. 3 N3 PP 213-224 Raven Press. N.Y.
- VILKMAN, E.; ALKU, P.; LAUKKANEN, M. (1995): "Vocal fold collision mass as a differentiator between registers in the low pitch range" *J. of Voice.* Vol. 9 n1 pp. 66.
- WELCH, G.F. SEARGEANT, D.C. AND MAC CURTAIN F. (1989): "Xeroradiographic-electrolaryngographic analysis of male vocal registers" *J. of Voice.* Vol. 3 NB pp 244-256 Raven Press. N.Y.
- YASUSHI, M.; KIRCHNER, J. (1993) "Reflex Tensor Mechanism Of The Larynx By External Laryngeal Muscle" From The Section Of Otolaryngology, Department Of Surgery, Yale University School Of Medicine.