

## Ejercicios de tracto vocal semi-ocluido en la rehabilitación de parálisis recurrenciales: Un estudio de caso

Gerson Jara Cabrera<sup>1</sup>, Raúl Alarcón Vega<sup>2</sup>, Damián Medina Valdebenito<sup>3</sup>

Recibido 27 de febrero de 2020 / Primera revisión 28 de abril de 2020 / Aceptado 25 de junio de 2020.

**Resumen.** El presente trabajo tiene como propósito mostrar la efectividad de una secuencia de ejercicios de tracto vocal semi-ocluido en la rehabilitación de un caso clínico vocal diagnosticado con parálisis recurrencial unilateral. Los ejercicios de tracto vocal semi-ocluido corresponden a una serie de posturas que involucran alargamientos artificiales o estrechamientos del tracto vocal con la finalidad de aumentar la impedancia y generar cambios favorables en la vibración de los pliegues vocales. Dichos ejercicios están enmarcados dentro de la tendencia de rehabilitación fisiológica la cual busca reestablecer un balance de los tres subsistemas involucrados en la producción de la voz (Respiración-fonación-resonancia) de manera simultánea, contraponiéndose a la tendencia tradicional de abordaje sintomatológico. Por otro lado, la tendencia fisiológica se basa en los principios del aprendizaje sensoriomotor el cual busca reales cambios en el patrón de producción de la voz, y que estos permanezcan en el tiempo.

Se realizó terapia vocal durante 15 sesiones con ejercicios de tracto vocal semi-ocluido. Para valorar los cambios en la voz, se realizó una evaluación inicial y final a través de nasofibrolaringoscopia, análisis acústico mediante medidas de perturbación y análisis espectral, estudio perceptual mediante la escala GRBASI valorada por una comisión de jueces externos, tiempos máximos fonatorios y valoración del propio paciente. Posterior al tratamiento se produjeron cambios favorables en la voz y se concluye que los ejercicios de tracto vocal semi-ocluido pueden constituir una herramienta efectiva para el abordaje de este tipo de patologías.

**Palabras clave:** tracto vocal semi-ocluido, parálisis recurrencial unilateral, rehabilitación fisiológica.

### [en] Semi-occluded vocal tract exercises in the rehabilitation of recurrent paralysis: A case study.

**Abstract.** The object of the present work is to show the effectiveness of a sequence of exercises for the semi-occluded vocal tract in the rehabilitation of a vocal clinical case diagnosed with unilateral recurrent paralysis. The exercises for the semi-occluded vocal tract are a series of postures which involve artificial enlargement or narrowing of the vocal tract in order to increase impedance and generate improvements in the vibration of the vocal cords. These exercises fit into the tendency towards physiological rehabilitation, which seeks to re-establish a balance between the three sub-systems involved in voice production (respiration-phonation-resonance) simultaneously, in contrast to the traditional tendency towards a symptomatological approach. The physiological tendency is based on the principles of sensorimotor learning, which pursues real changes in the pattern of voice production that will be maintained over time. Fifteen sessions of vocal therapy were carried out with exercises of the semi-occluded vocal tract. To assess the changes in the voice, initial and final evaluations were carried out with fiberoptic nasolaryngoscopy, acoustic analysis by measurement of disturbance and spectral analysis, perceptual study using the GRBASI scale evaluated by a committee of external judges, maximum phonation time and the patient's own evaluation. After treatment, improvements were recorded in the voice and it is concluded that exercises of the semi-occluded vocal tract can be an effective tool for treating pathologies of this type.

**Key words:** semi-occluded vocal tract, unilateral recurrent paralysis, physiological rehabilitation.

**Sumario:** Agradecimientos, Introducción, Reporte del caso, Material y métodos, Evaluación, Intervención, Resultados, Discusión, Análisis espectrográfico, Análisis perceptual de la voz, Medidas acústicas de corto plazo, Análisis espectral, Espectro promedio a largo plazo, Autovaloración de la calidad vocal, Conclusión, Conflicto de intereses, Referencias.

**Como citar:** Jara Cabrera, G.; Alarcón Vega, R., y Medina Valdebenito, D. (2021). Ejercicios de tracto vocal semi-ocluido en la rehabilitación de parálisis recurrenciales: Un estudio de caso. *Revista de Investigación en Logopedia* 11(1), e68055. <https://dx.doi.org/10.5209/rlog.68055>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera.  
gerson.jara@ufrontera.cl

<sup>2</sup> Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera.

<sup>3</sup> Carrera de Fonoaudiología, Universidad de La Frontera.

## Agradecimientos

Se agradece el financiamiento otorgado (parcialmente) por la Dirección de Investigación de la Universidad de La Frontera y por el Proyecto de Iniciación a la Investigación y Evaluación de Proposiciones (DIUFRO) código DFP20-0004, Universidad de La Frontera.

## Introducción

Las parálisis laríngeas del nervio recurrente se producen por una supresión o disminución importante de la función motora de la laringe (Farías, 2016). El nervio lesionado genera parálisis de todos los músculos intrínsecos de la hemilaringe excepto del músculo cricotiroides o tensor de las cuerdas (Casado y Pérez, 2009).

Dicha afectación puede traer consecuencias a nivel de habla, respiración y deglución, dándose más frecuentemente en la cuerda vocal izquierda, dos veces más frecuente que en la derecha. Esta dificultad es habitualmente más prevalente en mujeres, en una proporción de 3:2, donde el diagnóstico es mediante observación directa de las cuerdas vocales, con exámenes tales como por ejemplo la nasofibroscofia (Sasaki, 2017).

Dependiendo del lugar de la lesión, las parálisis laríngeas pueden catalogarse como centrales o periféricas, siendo estas últimas las más frecuentes. La gran longitud del trayecto de ambos nervios vagos hasta la emisión de los nervios laríngeos recurrentes y el trayecto de éstos desde su origen en el vago hasta el interior de la laringe en particular el del nervio recurrente izquierdo, los hacen extremadamente proclives de ser lesionados por múltiples causas (Cobeta, Núñez y Fernández, 2013). Por otro lado, esto obedece también a la estrecha relación de estos nervios con las estructuras del mediastino (cayado aórtico, pulmones, tiroides, paquete vasculonervioso del cuello, esófago, tráquea y laringe (Farías, 2016). Dentro de la clínica la más frecuente es la parálisis recurrente unilateral (Cielo, Lima, Christman y Brum, 2013). El origen puede deberse a cirugía de cuello, causas tumorales, infecciones víricas o idiopáticas (Coll Barragán, 2018). Algunos autores como Farías (2016) expresan que la principal causa sigue siendo quirúrgica por extirpación de la glándula tiroides. Sin embargo, gracias a la precisión quirúrgica y el mayor conocimiento del trayecto de los nervios recurrentes ésta ha cedido su lugar a los procesos neoplásicos (Cobeta et al., 2013).

La cuerda vocal lesionada puede quedar paralizada en posición lateral, medial o paramedia y acompañarse de un acortamiento en su longitud, cierto grado de incurvación y una posición del aritenoides volcado hacia adelante y hacia abajo (Casado y Pérez, 2009).

En las parálisis unilaterales, se puede presentar una voz ronca y entrecortada, no encontrándose obstrucción de la vía aérea, debido a que la cuerda normal puede abducir normalmente (Sasaki, 2017). El síntoma predominante es la disfonía, por el escape de aire que se produce por el cierre incompleto.

Existen distintas técnicas de intervención terapéuticas, las cuales se clasifican dentro de distintos enfoques, siendo cuatro los principales: higiénico, psicogénico, sintomatológico y fisiológico (Stemple, 2000).

El enfoque sintomatológico, se basa en la premisa de un trabajo directo sobre el síntoma, siendo excelente en casos de cambios aislados de los parámetros vocales (Behlau, 2005), perteneciendo estos a una tendencia tradicionalista de rehabilitación. Este enfoque busca la modificación y corrección de la fonación, respiración y resonancia de manera aislada (Thomas y Stemple, 2007). Dentro de este enfoque tradicional podemos encontrar ejercicios como manipulación digital de la laringe, emisiones con cambio de posición de cabeza, frito tenso, emisión en falsete y las técnicas de empuje (Boone y McFarlane, 1988). Cabe mencionar que este tipo de ejercicios (como la emisión mientras se levanta un peso, empujar contra la pared, o enganchar las manos) tiene ciertos peligros, los cuales pueden ser resultado de una hiperfunción, llegando a causar hasta una hemorragia de cuerda vocal. Debido a esto, hay que tener en cuenta que las técnicas no siempre se podrán realizar por todos los pacientes, sobre todo si el estado de salud del paciente no se lo permite (Coll Barragán, 2018). Farías (2016), menciona que estos ejercicios más agresivos tienden a fatigar al paciente y lo llevan a una voz empobrecida inmediata al ejercicio por lo que no son ideales para una rutina de trabajo. Por otro lado, la orientación terapéutica fisiológica se enfoca en el trabajo cooperativo de los tres componentes básicos y necesarios para la producción de la voz, los cuales son: respiración, fonación y resonancia (Stemple, 2000). La evidencia sugiere que la terapia fisiológica tiene mayor sustento científico (numero de estudios y nivel de evidencia) en comparación a los otros enfoques (Thomas y Stemple, 2007). Dentro de este enfoque se incluyen los siguientes programas y ejercicios: Ejercicios de función vocal (Stemple, Lee, D'Amico y Pickup, 1994), Método del acento (Kotby, 1995) y la terapia de voz resonante (Verdolini, 1998). Todos ellos tienen en común en que se basan en ejercicios de tracto vocal semiocluido (TVSO) (Guzmán y Salfate, 2018).

Uno de los ejercicios con TVSO más utilizado es la fonación en tubos, ya sea con extremo libre en el aire o sumergido en el agua, llamándose a este último terapia de resistencia al agua (Guzmán y Salfate, 2018). Dichos ejercicios aumentan la impedancia del tracto vocal, específicamente la inercia lo cual genera cambios favorables en la vibración de los pliegues vocales, modificando el flujo, la forma del pulso glótico y el umbral de presión de la fonación (Story, Laukkanen y Titze, 2000; Titze, 1988; Vampola, Laukkanen, Horáček y Svec, 2011).

En el caso de las parálisis recurrentes, en donde nos encontramos con un cierre incompleto de pliegues vocales, los tubos deben sumergirse entre 5 – 15cm dentro del agua, ya que esto genera mayor grado de resistencia al flujo de aire, aumento del cociente de contacto y una aducción glótica compensatoria (Guzmán y Salfate, 2018). Por tanto,

la profundidad a la que se sumerge el tubo es un factor determinante pues produce un cambio de la impedancia de entrada del tracto vocal (Titze, 2006).

El propósito de nuestra investigación es mostrar la efectividad de una secuencia de ejercicios de tracto vocal semi-ocluido en la rehabilitación de un caso clínico vocal diagnosticado con parálisis recurrencial unilateral. No pretende otra cosa más que ser un aporte más al conocimiento que hoy se tiene respecto de la efectividad de la terapia fisiológica.

## Reporte del caso

En cuanto a los antecedentes clínicos obtenidos de la ficha hospitalaria destacan: Paciente de 48 años, sexo femenino, se desempeña como Técnico dental. Su historial médico reporta que fue diagnosticada con cáncer de glándula tiroideas papilar. Fue sometida a intervención quirúrgica donde se realizó tiroidectomía total más disección central y lateral izquierda. Posterior a la operación quedó con dificultades de voz debido a lo cual consulta con un especialista Otorrinolaringólogo transcurridos dos meses desde la operación. Los resultados del examen visual realizado a través de una nasofibroscopía flexible (Equipo Olympus 4mm) muestran aritenoides izquierdo adelantado y rotado en comparación al derecho. Durante la fonación se aprecia pliegue vocal izquierdo inmóvil y el derecho con adecuada movilidad. Hiato fonatorio al momento de la fonación. Diagnóstico médico parálisis recurrencial unilateral de cuerda vocal izquierda, debido a lo cual se le sugiere tratamiento fonoaudiológico.

La historia clínica reporta que no presenta antecedentes de alergia, ni enfermedades crónicas. De la anamnesis vocal realizada por el profesional fonoaudiólogo, la paciente comenta que su voz quedó así después de la intervención quirúrgica y no la ha vuelto a recuperar. Actualmente, dentro de los medicamentos que consume diariamente se encuentra el Eutirox y un suplemento de calcio. Dentro de las conductas de higiene vocal, dice que dejó de fumar y bebe alcohol en forma ocasional. La ingesta de líquido es deficiente ya que señala beber dos vasos de agua y tres tazas de té durante el día. Comenta que presenta fatiga vocal y carraspeo constante. Al solicitar que describa su voz ella manifiesta sentir que se le escapa el aire, que es débil y ronca. Actualmente se encuentra con licencia médica, pero le complica el momento en que deba volver a trabajar y usar su voz debido a que las personas no la escuchan y eso la molesta repercutiendo en su vida a nivel emocional y social.

## Material y métodos

### Evaluación

Se realizó una evaluación antes y después del tratamiento que consistió en análisis acústico a partir de una emisión sostenida de /a/ y un texto fonéticamente balanceado. Se analizaron parámetros de perturbación, espectrograma banda estrecha, espectro FFT, LPC y espectro promedio a largo plazo (LTAS).

Para la toma de los parámetros acústicos y espectrográficos se realizó la grabación de una vocalización sostenida y habla conectada de un texto fonéticamente balanceado en un tono e intensidad cómoda con el programa de análisis acústico PRAAT instalado en un notebook mac air conectado a una interfaz Focus Rite modelo Scarlett 2i2. Se utilizó un micrófono marca Behringer C-3 omnidireccional y de respuesta plana. Las grabaciones se realizaron en una cabina sonoamortiguada marca Eckel modelo AB-4250 la cual se encuentra caracterizada y cumple con las exigencias de la National Center for Voice and Speech.

La evaluación perceptual se realizó mediante la escala GRBASI y valorada por dos jueces externos ajenos al tratamiento y con amplia experiencia en el área de voz a los cuales se les envía una muestra de /a/ sostenida y la lectura de un texto fonéticamente balanceado tomadas antes y después del tratamiento. Además, se les envió la imagen del espectrograma de banda estrecha obtenido de la emisión de la /a/ sostenida al comienzo y final del tratamiento para que la clasificaran según la escala de disfonía de Yanahigara.

Se evaluaron también los tiempos máximos de fonación y se aplicó el cuestionario de autovaloración Voice Handicap Index (VHI) y el Vocal Tract Discomfort (VTD).

El estudio cuenta con la aprobación del Comité de Ética Científica del Servicio de Salud Araucanía Sur (Temuco – Chile), Resolución exenta N° J1-544 y consentimiento informado firmado por la paciente.

### Intervención

La terapia se realizó en el Centro de Atención Fonoaudiológica de la Universidad de La Frontera (Temuco -Chile) por un Fonoaudiólogo especialista en voz. Se realizaron 15 sesiones de tratamiento con una frecuencia de dos veces por semana y una duración de 40 minutos cada sesión. Además, se indicó a la paciente practicar los ejercicios trabajados durante la sesión en su hogar entre 8 a 10 veces por día de 3 a 5 minutos cada vez. En esta parte se recaló a la paciente trabajar los ejercicios en su casa en diferentes contextos o situaciones y las tareas fonatorias de manera aleatoria no siempre en el mismo orden, tratando siempre de sentir una sensación de garganta abierta y sensaciones vibratorias en la zona anterior del rostro.

Los ejercicios de tracto vocal semiocluido utilizados fueron:

- Fonación con tubo de silicona tipo lax vox de 35 cm de largo y 8mm de diámetro con extremo libre sumergido en agua a 15 cm.
- Fonación con pajita de diámetro estrecho (para revolver café).
- Fonación con máscara de ventilación semi ocluida.

Cada ejercicio fue practicado en diferentes tareas fonatorias, que fueron las siguientes:

- Emisión sostenida en tono e intensidad cómodos para el paciente.
- Glissandos ascendentes y descendentes.
- Emisión haciendo acentos de intensidad y frecuencia.
- Emisiones messa di voce.
- Producción de melodías de una canción a elección de la paciente.
- Habla conectada (cuando se trabajó con la mascarilla).

Durante la práctica se puso especial énfasis en respetar los principios del aprendizaje sensorio motor evitando instrucciones biomecánicas y promoviendo la búsqueda de sensaciones vibratorias.

Las emisiones en tono cómodo tienen la finalidad de preparar el aparato fonador para tareas fonatorias más complejas y exigentes por lo que se usaron como una actividad de calentamiento. Los glissandos ascendentes y descendentes buscan el estiramiento y contracción de los pliegues vocales. Las emisiones con acentos de intensidad y frecuencia también provocan cambios de longitud de los pliegues vocales, pero esta vez sumados a cambios de presión subglótica lo cual ejercita también la musculatura respiratoria y abdominal. Por último, la producción de melodías y habla conectada tienen la función de venir a integrar todos los ejercicios anteriores y buscar la transferencia al habla cotidiana.

## Resultados

El presente trabajo tuvo como propósito mostrar la efectividad de una secuencia de ejercicios de TVSO en la rehabilitación de una paciente diagnosticada con parálisis recurrencial unilateral. El tratamiento comenzó dos meses después de la intervención quirúrgica. Los resultados se muestran en la tabla 1, y se contrastan con los obtenidos previo a la terapia vocal.

**Tabla 1.** Resultados evaluación pre y post tratamiento.

	Pre tratamiento	Post tratamiento
Nasofibroscopía	Nasofibroscopía flexible (Equipo Olympus 4mm) muestra aritenoides izquierdo adelantado y rotado en comparación al derecho. Durante la fonación se aprecia pliegue vocal izquierdo inmóvil y el derecho con adecuada movilidad. Hiato fonatorio al momento de la fonación. <b>Diagnóstico médico</b> parálisis recurrencial unilateral de cuerda vocal izquierda.	Otorrinolaringólogo describe cuerda vocal izquierda paralizada, cuerda vocal derecha con movilidad conservada y compensación completa, al momento de la fonación.
Evaluación Perceptual GRBASI Juez 1	G R B A S I	G R B A S I
Clasificación de YANAGIHARA.	3 2 3 3 0 2	1 1 1 0 1 1
	IV	I
Evaluación Perceptual GRBASI Juez 2	G R B A S I	G R B A S I
Clasificación de YANAGIHARA.	3 1 3 2 0 1	2 0 2 1 0 0
	IV	II
Concordancia de observadores	<b>Kappa</b> 0,5692	<b>Kappa</b> 0,0000
	Fuerza de la Concordancia: Moderada (0,40 - 0,60)	Fuerza de la Concordancia: Pobre (0,00)
F0	172 Hz	242 hz

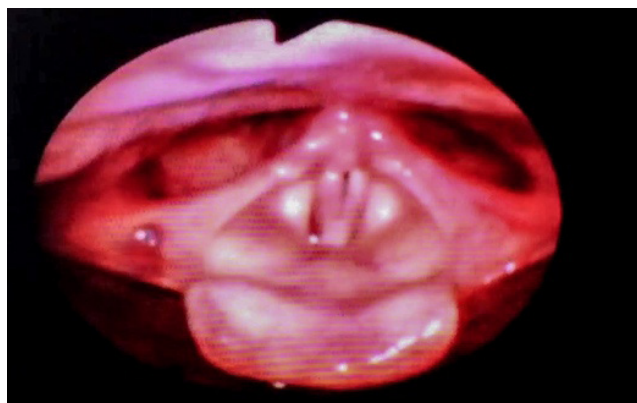
	Pre tratamiento	Post tratamiento
TMF	9 seg	16 seg
Jitter rap	-----*	0,356 %
Jitter ppq5	-----*	0,335 %
Shimmer local	-----*	2,94 %
Shimmer pq5	-----*	1,80 %
HNR	-----*	16,15 db
VHI	100 Incapacidad grave	0 Incapacidad leve
VTD	44 moderado	8 leve

\* No es posible evaluar dado que la onda no es periódica

En la tabla resumen se muestran los resultados de la nasofibroscofia realizada por un médico Otorrinolaringólogo antes y después del tratamiento. La figura 1 corresponde al examen visual previo al tratamiento y la figura 2 al examen visual posterior al tratamiento, observándose claramente un cambio a nivel del cierre glótico.

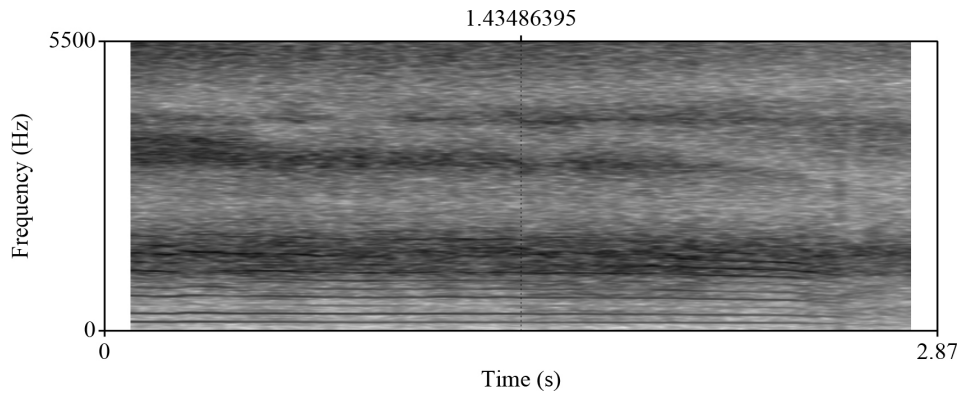


**Figura 1.** Imagen laringoscópica de pliegues vocales en fonación antes del tratamiento.

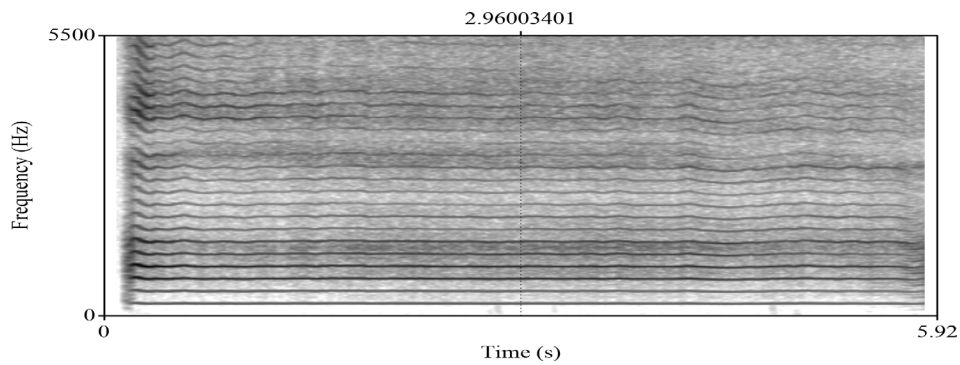


**Figura 2.** Imagen laringoscópica de pliegues vocales en fonación después del tratamiento.

Se incluye además la valoración perceptual de la voz de ambos jueces externos a partir de la escucha de las grabaciones pre y post terapia vocal. Se muestran también, los resultados correspondientes a tiempos máximos de fonación (TMF), frecuencia fundamental (F0), Jitter, Shimmer y relación armónico ruido (HNR).



**Figura 3.** Espectrograma banda estrecha antes del tratamiento.

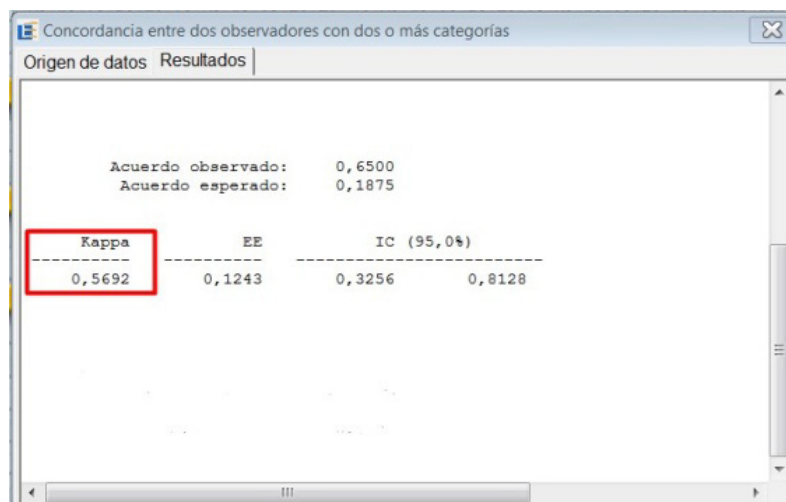


**Figura 4.** Espectrograma banda estrecha después del tratamiento.

En la Figura 3 que corresponde al espectrograma banda estrecha antes del tratamiento, ambos jueces externos coincidieron y calificaron la voz como tipo IV según la clasificación de Yanagihara.

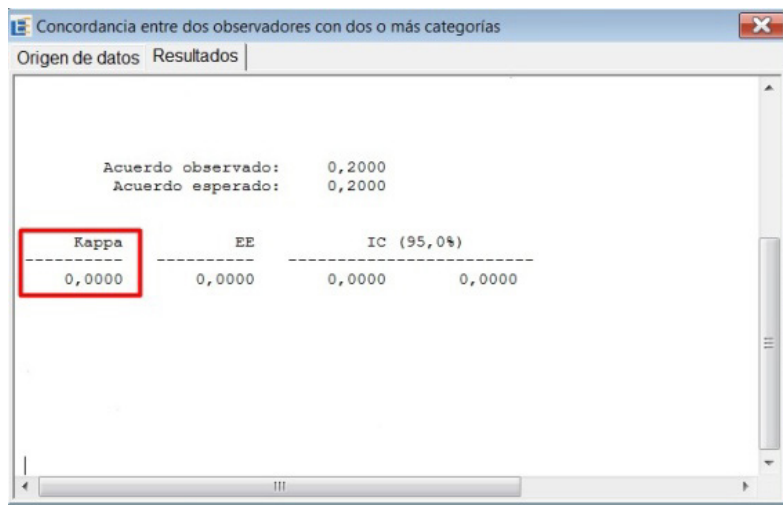
Un primer análisis del espectrograma de la paciente después del tratamiento (figura 4) muestra una mejoría notoria transitando desde una voz tipo IV caótica a una voz tipo I o II según la escala de Yanagihara. Es posible observar una mejor definición y energía de armónicos desde el primer formante hacia arriba lo cual al principio no era posible evidenciar debido a la gran cantidad de ruido en la voz, lo que nos sugiere una mejor interacción entre la fuente y el filtro.

Respecto a la evaluación perceptual, analizada la concordancia entre ambos jueces, (Figura 5), se puede observar una fuerza moderada según coeficiente Kappa (Landis y Koch, 1977) concordando principalmente en grado de disfonía, componente aéreo y tensión.



**Figura 5.** Análisis de concordancia antes del tratamiento.

Aún cuando no hubo concordancia entre ambos jueces respecto de la evaluación perceptual posterior al tratamiento (Figura 6); ambos jueces establecen mejoras importantes en los parámetros evaluados (Tabla 1).

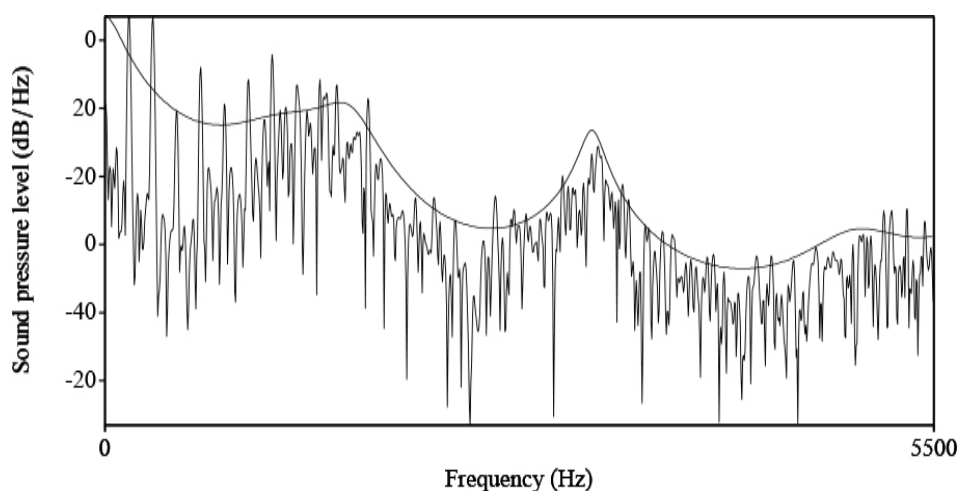


**Figura 6.** Análisis de concordancia después del tratamiento

Se puede apreciar también cambios en cuanto a los tiempos máximos de fonación, F0 y medidas de perturbación. En el tiempo máximo fonatorio y F0 se lograron valores de normalidad de acuerdo a normativa referencial según edad y sexo.

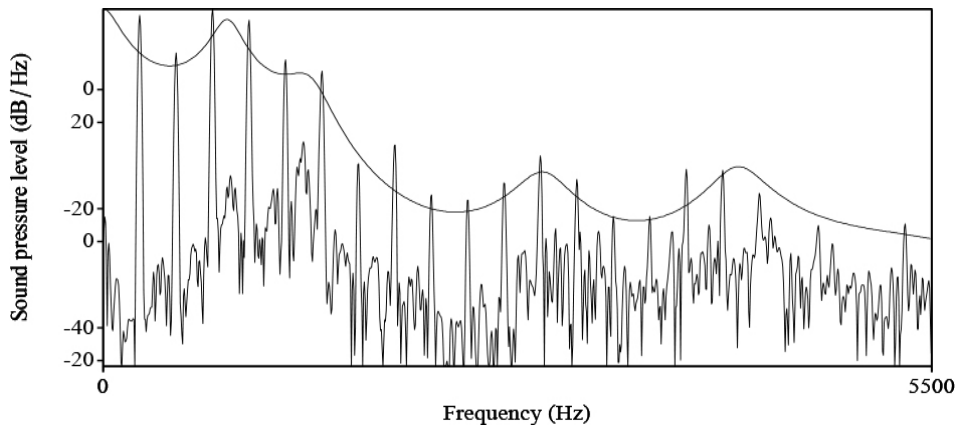
Respecto a las medidas de perturbación Jitter, Shimmer y HNR, que en un comienzo no fueron posibles evaluar debido a lo caótico de la voz, se observa que posterior al tratamiento, en virtud del logro de una señal de voz periódica, requisito indispensable para evaluar medidas a corto plazo, éstas aparecen dentro de valores normales (Boersma y Weenink, 2001).

La Figura 7 corresponde al espectro FFT y código de predicción lineal (LPC) de una vocal /a/ sostenida antes del tratamiento, en donde se observan armónicos poco definidos a lo largo del rango frecuencial analizado, gran presencia de ruido interarmónico, superando este incluso la energía de los armónicos en las frecuencias más altas del espectro. No se observa con claridad la distancia interarmónica a excepción de la zona más baja del rango frecuencial. En cuanto a la envolvente espectral, producto de la mayor dispersión de energía no se aprecian claramente los formantes y se aprecia escasa coincidencia armónico formante.



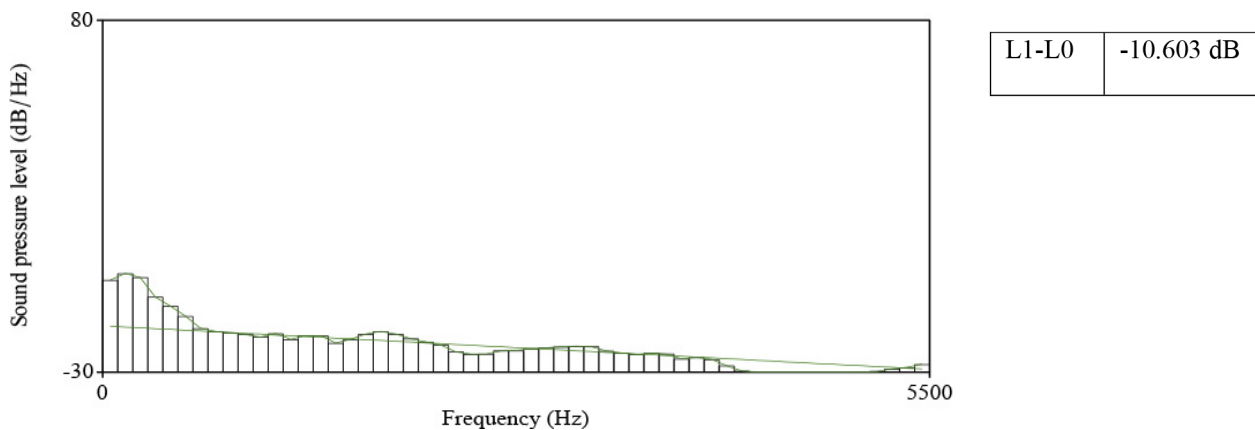
**Figura 7.** Espectro FFT y LPC de una vocal /a/ sostenida, antes del tratamiento.

Los espectros FFT Y LPC posterior a la terapia (Figura 8) muestran un cambio sustancial en cuanto a la definición de armónicos, distancia interarmónica y disminución del ruido interarmónico, sobre todo en las frecuencias graves y medias del rango frecuencial analizado, persistiendo aún componente de ruido en las frecuencias altas (sobre los 4500 Hz aprox.). Se observa además una mejor definición y concentración de la energía formántica apreciándose claramente los 4 primeros formantes.



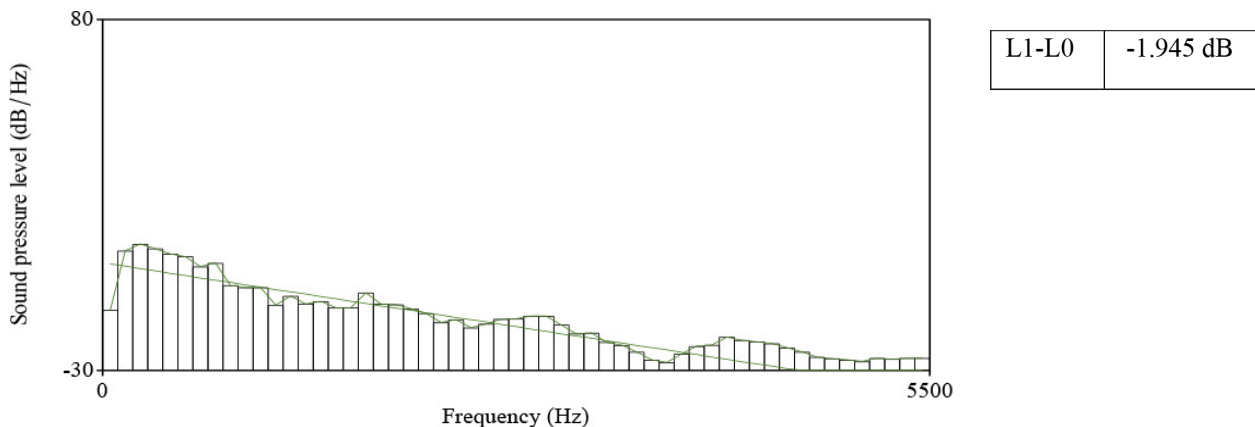
**Figura 8.** Espectro FFT y LPC de una vocal /a/ sostenida, posterior al tratamiento.

La Figura 9 corresponde a LTAS y medida L1-L0 de un texto fonéticamente balanceado, antes del tratamiento, los cuales entregan información respecto de la calidad vocal y modo fonatorio. Dada la pendiente espectral observada y el resultado de L1-L0 se puede establecer que nos encontramos frente a una voz de características hipofuncionales (baja sonoridad, mayor componente de sople, escasa energía de armónicos. Aunque entendemos que se trata de una disfonía orgánica).



**Figura 9.** LTAS y medida L1-L0 de un texto fonéticamente balanceado, antes del tratamiento.

Posterior al tratamiento, puede apreciarse en la Figura 10 correspondiente al LTAS un aumento de la amplitud de las frecuencias graves y medias principalmente y disminución del valor L1-L0 lo que se condice con un mejor cierre de los pliegues vocales.



**Figura 10.** LTAS y medida L1-L0 de un texto fonéticamente balanceado, después del tratamiento.



En cuanto a la valoración realizada por la propia paciente, según los puntajes obtenidos en el VHI y VTD, puede observarse una mejoría importante en cuanto a las dificultades autopercebidas y la discapacidad, transitando de una incapacidad grave a leve en el VHI y de un disconfort moderado a leve en el VTD.

## Discusión

Para una mejor comprensión y claridad de la discusión, esta se dividirá en apartados según los procedimientos de evaluación realizados.

### Análisis espectrográfico

Una posible explicación fisiológica en relación con el cambio observado en el espectrograma posterior al tratamiento (mejor definición y energía de armónicos desde el primer formante hacia arriba) que mencionan Story, Laukkanen y Titze (2000), es que el aumento de impedancia modifica la voz en cuanto a la interacción acústico-aerodinámica, por lo que la forma del pulso glótico se ve afectada por las presiones acústicas en el tracto vocal. Por otra parte, esto se refleja en un aumento de la inclinación de la forma de onda del flujo glótico lo que fortalece los armónicos más altos y produce un aumento del nivel de presión sonora favoreciendo una calidad de voz más resonante, obteniendo un sonido más sonoro y brillante (Guzmán y Salfate, 2018). En base a la evidencia disponible en otros estudios, Titze (2006) señala que la inclinación de la onda de flujo de aire glótico es fundamental para incrementar la intensidad, por lo que esta interacción fuente-filtro puede utilizarse en lugar de aumentar la amplitud vibratoria de los pliegues vocales a costa de un incremento del estrés de impacto. Todo esto se condice con los resultados obtenidos por la paciente en donde se observa un aumento de la energía de los armónicos altos y un aumento de la intensidad sumado a una producción vocal más fácil y sin esfuerzo fonatorio según ella refiere.

Esto es concordante con otros trabajos realizados por Col Barragán (2018) y Wilder y Román (2018) quienes aplicaron un programa de ejercicios de TVSO en parálisis recurrencial y sulcus vocalis respectivamente, evidenciándose en ambos casos una mejora notoria en cuanto a la espectrografía (recuperación de armónicos, disminución del componente de ruido y mayor energía de los armónicos de frecuencias medias y altas).

### Análisis perceptual de la voz

En relación con la valoración perceptual de la voz evaluada por los jueces externos con la escala GRBASI no se logró una calidad de voz normal (puntuación 0), sin embargo, se produjeron cambios notorios en los parámetros de grado de la disfonía, soplo y astenia que eran los parámetros de la escala que estaban más afectados antes del tratamiento.

Fisiológicamente se ha demostrado que los tubos de diámetro estrecho y el tubo en agua provocan los mayores aumentos de Presión subglótica ( $P_{sub}$ ) y Presión oral ( $P_{oral}$ ) lo que sugiere que estas variables son dependientes del grado de resistencia al flujo de aire más que de la condición vocal de los participantes (Guzmán y Salfate, 2018). Clínicamente esto influye en que se produce una activación inconsciente de la musculatura abdominal y de las costillas durante los ejercicios y es mayor aún cuando el grado de resistencia al flujo también lo es, lo que sugiere que es una manera efectiva de entrenar el apoyo respiratorio para aumentar la intensidad de la voz (Guzmán y Salfate, 2018).

### Medidas acústicas de corto plazo

La disminución del ruido y aumento de armónicos (HNR 16,5 db) observado, se puede explicar debido a que los ejercicios de TVSO de alta resistencia mejoraron el grado de aducción de los pliegues vocales. Guzmán, Higuerras, Fincheira, Muñoz y Guajardo (2012) en un estudio titulado efectos acústicos inmediatos de una secuencia de ejercicios vocales con tubos de resonancia reportaron mediante análisis acústico y cámaras de alta velocidad una disminución del componente de ruido lo cual se explica no solo gracias al aumento del cociente de aducción de los pliegues vocales, sino que también por el aumento del *skeewing* o inclinación de la onda del pulso del flujo glotal, lo que sugiere un tiempo de cierre más rápido de los pliegues vocales en relación al tiempo de apertura producido por el uso de posturas semi-ocuidas del tracto vocal. En cuanto a las medidas de perturbación Jitter y Shimmer varios estudios han demostrado una tendencia a la disminución de sus valores, lo cual puede ser producto del efecto estabilizador en la función glótica de los ejercicios con TVSO (Barrichelo y Behlau, 2007; Guzmán y Salfate, 2018; Guzmán et al., 2012).

### Análisis espectral

Los cambios observados en el espectro FFT y LPC respectivamente pueden explicarse fisiológicamente debido a lo mencionado anteriormente en cuanto a que los ejercicios de TVSO influyen en la interacción acústico-aerodinámica lo cual conduce a un fortalecimiento de los armónicos de las frecuencias medias y altas, favoreciendo una calidad de voz más resonante y con sensaciones vibratorias en la parte frontal de la cara.

Se observa además gran disminución del ruido espectral producto del mejor contacto de los pliegues vocales y mejor interacción entre la fuente y el filtro lo que genera una voz de características más brillantes debido a que el tracto vocal cumple de mejor manera su función de transferencia. Todos estos cambios también pueden estar influenciados por las modificaciones a nivel del tracto vocal producidas por los ejercicios de TVSO. Guzmán, Laukkanen, Krupa, Horáček, Svec y Geneid (2013) en un estudio donde evalúan la función glotal y el tracto vocal durante y después de una secuencia de ejercicios utilizando tubos de resonancia, observaron que en estos ejercicios se produce una laringe más baja, una faringe más ancha, un velo del paladar más elevado y modificaciones en cuanto a la relación entre el área transversal de la faringe baja y el área de salida del tubo epilaríngeo. Este cambio es más prominente cuando la resistencia al flujo de aire es mayor (Sundberg, 1974).

### **Espectro promedio a largo plazo**

En cuanto al análisis del espectro promedio a largo plazo LTAS que nos entrega información de la señal de la fuente, se puede apreciar un aumento de la energía en las frecuencias bajas y medias post tratamiento, lo que se condice con los valores obtenidos de L1-L0 que tiene relación con el modo fonatorio en donde se transita de un valor muy negativo, típico de voces más hipofuncionales, a uno mucho más cercano a 0 (normalidad) post tratamiento, lo que indica un cambio a nivel de aducción de los pliegues vocales.

Los hallazgos son concordantes con lo observado en la nasofibroscofia post tratamiento, en donde el especialista Otorrinolaringólogo describe cuerda vocal izquierda paralizada, cuerda vocal derecha con movilidad conservada y compensación completa, sin hiato al momento de la fonación. Un estudio realizado por Guzmán, et al. (2017) a través de cámaras de alta velocidad, observa que los tubos sumergidos 18 cm en el agua producen los valores más altos de cociente de contacto en comparación a los tubos sumergidos a 5cm y 10 cm de agua. Estos resultados también concuerdan con los de otro estudio titulado “Presión de aire, vibración de pliegues vocales y características acústicas de la fonación durante ejercicios vocales” en donde se comparó el cociente de contacto entre la fonación en un tubo de vidrio con extremo libre en el aire, un tubo sumergido 2 cm en agua, un tubo sumergido 10 cm en agua y fonación en una pajita muy estrecha. Los resultados mostraron el valor de cociente de contacto más alto con el tubo sumergido 10 cm en agua (Radolf, Laukkanen, Horacek y Liu, 2014).

### **Autovaloración de la calidad vocal**

En la valoración perceptiva que la paciente hace de su voz cabe destacar que nota un cambio notable post tratamiento (incapacidad grave a incapacidad leve según Voice Handicap Index). De igual forma en el Vocal Tract Discomfort se producen cambios importantes desde grado moderado a leve. Una explicación fisiológica en cuanto a los cambios en las sensaciones percibidas por la paciente es el efecto que producen los ejercicios de TVSO en el umbral de presión de la fonación, el cual consiste en la presión mínima necesaria para iniciar la vibración de los pliegues vocales. La inercia produce un descenso en el valor del umbral de presión de la fonación lo que a su vez promueve una mayor facilidad en la fonación asociado a una disminución en el esfuerzo fonatorio percibido (Guzmán y Salfate, 2018). Esto es concordante con un estudio denominado “Resultados de la terapia de voz resonante en profesoras con trastornos de voz: mediciones perceptivas, fisiológicas, acústicas, aerodinámicas y funcionales” en donde se observó que los sujetos del grupo experimental reportaron un aumento de la autopercepción de voz resonante posterior a los ejercicios de TVSO. La sensación de voz resonante va asociada a sensaciones vibratorias anteriores y percepción de voz fácil (Chen, Hsiao, Hsiao, Chung y Chiang, 2007). Guzmán et al. (2016) y Enflo, Sundberg, Romedahl y Mc Allister (2013), refieren también que han observado que las burbujas producidas durante la fonación en agua pueden causar una sensación de masaje relajante en los tejidos orales, laríngeos y faríngeos, produciendo una disminución inmediata en los síntomas asociados a molestias en el tracto vocal. Complementando lo anterior, los ejercicios de TVSO provocan una serie de cambios a nivel del tracto vocal como son una laringe más baja y faringe más ancha lo cual puede estar asociado a la sensación de garganta abierta y músculos más relajados experimentadas por la paciente. En ese sentido, Behlau (2005), afirma que una oclusión parcial de la boca promueve una resonancia retro refleja y expansión de toda el área del tracto vocal, boca y laringe. Otro de los efectos subjetivos relatados por los pacientes es la sensación de colocación anterior o voz más resonante lo cual puede explicarse por una conversión más eficiente de energía aerodinámica en energía acústica lo que genera un aumento de las sensaciones vibratorias anteriores (Laukkanen, Titze, Hoffman y Finnegan, 2008).

### **Conclusión**

Los ejercicios de tracto vocal semi-ocluido han demostrado ser una herramienta eficaz y sustentada en evidencia científica para el abordaje de ciertas patologías vocales. El presente trabajo, basado en caso único, intenta demostrar que ejercicios que promuevan una alta resistencia al flujo (tubo sumergido 15 cm, pajita diámetro estrecho) son efectivos al menos para el caso que se presenta de parálisis recurrencial unilateral. A la luz de los resultados obtenidos en que se observa franca mejoría de parámetros vocales alterados, además de la autopercepción del propio paciente, se

hacen necesarias nuevas investigaciones que respalden los resultados con muestra más grandes, con estudios comparativos controlados y aleatorizados, además de un riguroso control de sesgos, de forma que el éxito de la terapia se atribuya exclusivamente a los ejercicios de tracto vocal. Queda pues la invitación por determinar si la efectividad del tratamiento se debe a los ejercicios propiamente tales que promueven el equilibrio de los subsistemas o a los incrementos y variaciones tonales y de intensidad trabajados (Glissandos ascendentes, descendentes y emisiones con acentos de intensidad y frecuencia).

Con todo, el presente trabajo intenta ser un aporte más a la línea de investigación basada en evidencias para efectividad de terapias vocales con orientación fisiológica.

### Conflicto de intereses

Los autores reportan que no hay conflicto de interés en la elaboración de este informe.

### Referencias

- Barrichelo, V. y Behlau, M. (2007). Perceptual Identification and Acoustic Measures of the Resonant Voice Based on “Lessac’s Y-Buzz”- A Preliminary Study With Actors. *Journal of Voice*, 21(1),46-53. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2005.08.014>.
- Behlau, M. (2005). *Voz, O libro do Especialista*. (Vol. 2). Revinter.
- Boersma, P. y Weenink, D. (2001). Praat, a system for doing phonetics by computer. *Glott International*, 9/10(5), 341-345.
- Boone, D. y Mc Farlane, S. (1988). *The Voice and Voice Therapy*. Prentice Hall Englewood Cliffs.
- Casado, J. y Pérez, A. (2009). *Trastornos de la voz: del diagnóstico al tratamiento*. Ediciones Aljibe.
- Chen, S., Hsiao, T., Hsiao, L., Chung, Y. y Chiang, S. (2007). Outcome of Resonant Voice Therapy for Female Teachers With Voice Disorders: Perceptual, Physiological, Acoustic, Aerodynamic, and Functional Measurements. *Journal of Voice*, 21(4),415-425. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2006.02.001>.
- Cielo, C., Lima, J., Christmann, M. y Brum, R. (2013). Semioccluded vocal tract exercises: literatura review. *CEFAC*, 15(6),1679-1689. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462013005000041>.
- Cobeta, I., Núñez, F. y Fernández, S. (2013). *Patología de la voz*. Marge Médica Books.
- Coll Barragán, R. (2018). Ejercicios de tracto vocal semi-ocluido en la rehabilitación de parálisis recurrenciales: Presentación de casos. *Areté*, 18(25), 51S-60S. <https://arete.iberu.edu.co/article/view/art.182S07/pdf>.
- Enflo, L., Sundberg, J., Romedahl, C. y Mc Allister, A. (2013). Effects on Vocal Fold Collision and Phonation Threshold Pressure of Resonance Tube Phonation With Tube End in Water. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 56 (5), 1530-1538. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2013\)12-0040](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2013)12-0040).
- Farías, P. (2016). *Guía Clínica para el Especialista en Laringe y Voz*. Akadia.
- Guzmán, M., Higuera, D., Fincheira, C., Muñoz, D. y Guajardo, C. (2012). Efectos acústicos inmediatos de una secuencia de ejercicios vocales con tubos de resonancia. *CEFAC*, 14(3),471-480. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462011005000127>.
- Guzmán, M., Laukkanen, A., Krupa, P., Horáček, J., Svec, J. y Geneid, A. (2013). Vocal Tract and Glottal Function During and After Vocal Exercising with Resonance Tube and Straw. *Journal of Voice*, 27, 305-311. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.02.007>.
- Guzmán, M., Castro, C., Madrid, S., Olavarría, C., Leiva, M., Muñoz, D. y Laukkanen, A. (2016). Air Pressure and Contact Quotient Measures During Different Semioccluded Postures in Subjects With Different Voice Conditions. *Journal of Voice*, 30 (6), 759.e1-759.e10. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.09.010>.
- Guzmán, M., Laukkanen, A., Traser, L., Geneid, A., Richter, B., Muñoz, D. y Echternach, M. (2017). The influence of water resistance therapy on vocal fold vibration: a high-speed digital imaging study. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 42(3), 99-107. <https://doi.org/10.1080/14015439.2016.1207097>.
- Guzmán, M. y Salfate, L. (2018). Ejercicios con tracto vocal semi-ocluido: Efectos en la función glótica, aerodinámica y configuración del tracto vocal. *Areté*, 18 (2), 21-32. <https://doi.org/10.33881/1657-2513.art.18203>.
- Kotby, N. (1995). *The Accent Method of Voice Therapy*. Publishing Singular.
- Landis, J. y Koch, G. (1977). An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*, 33(2), 363-374. <https://www.jstor.org/stable/2529786>.
- Laukkanen, A., Titze, I., Hoffman, H. y Finnegan, E. (2008). Effects of a semioccluded vocal tract on laryngeal muscle activity and glottal adduction in a single female subject. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 60, 298-311. <https://doi.org/10.1159/000170080>.
- Radolf, V., Laukkanen, A., Horáček, J. y Liu, D. (2014). Air-pressure, vocal fold vibration and acoustic characteristics of phonation during vocal exercising. Part 1: Measurement in vivo. *Engineering MECHANICS*, 21, 53-59. [https://pdfs.semanticscholar.org/07d7/9f2d32547d456c74f5f855f0f73fb9c69847.pdf?\\_ga=2.76949526.2068129441.1582663767-1390026159.1582663767](https://pdfs.semanticscholar.org/07d7/9f2d32547d456c74f5f855f0f73fb9c69847.pdf?_ga=2.76949526.2068129441.1582663767-1390026159.1582663767).
- Sasaki, C. (2017). *Parálisis de cuerdas vocales. Manual MSD Versión para profesionales*. <https://www.msmanuals.com/escl/professional/trastornosotorrinolaringol%C3%B3gicos/trastornos-de-la-laringe/par%C3%A1lisis-de-las-cuerdas-vocales>.

- Stemple, J., Lee, L., D'Amico, B. y Pickup, B. (1994). Efficacy of vocal function exercises as a method of improving voice production. *Journal of Voice*, 8, 271-278. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80299-1](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80299-1).
- Stemple, J. (2000). *Voice Therapy: Clinical Studies*. Singular Publishing Group.
- Story, B., Laukkanen, A. y Titze, I. (2000). Acoustic impedance of an artificially lengthened and constricted vocal tract. *Journal of Voice*, 14 (4),455-69. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(00\)800003-X](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(00)800003-X).
- Sundberg, J. (1974). Articulatory interpretation of the "singing formant". *The Journal of the Acoustical Society of America*, 55 (4), 838-844. <https://doi.org/10.1121/1.1914609>.
- Thomas, L. y Stemple, J. (2007). Voice Therapy: Does science support the art?. *Communicative Disorders Review*, 1(1),49-77. [https://www.researchgate.net/publication/284677065\\_Voice\\_Therapy\\_Does\\_Science\\_Support\\_the\\_Art](https://www.researchgate.net/publication/284677065_Voice_Therapy_Does_Science_Support_the_Art).
- Titze, I. (2006). Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: rationale and scientific underpinnings. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 49, 448-459. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2006/035\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2006/035)).
- Vampola, T., Laukkanen, A., Horáček, J. y Svec, J. (2011). Vocal tract changes caused by phonation into a tube: a case study using computer tomography and finite-element modeling. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129 (1), 310-315. <https://doi.org/10.1121/1.3506347>.
- Verdolini, K. (1998). *Resonant voice therapy*. In Verdolini K. National Center for Voice.
- Wilder, F. y Román, J. (2018). Tubo de resonancia: opción terapéutica en pacientes con sulcus vocalis. *Revista FASO*, 25, 60-68. <http://faso.org.ar/revistas/2018/1/10.pdf>.