

# Ejercicios con tracto vocal semi-ocluido

Efectos en la función glótica, aerodinámica y configuración del tracto vocal

Exercises with semi-occluded vocal tract



Marco Guzman  
Lukas Salfate



UNIVERSIDAD DE CHILE



**VOCOLGY**CENTER  
*todo comunica*

Revista  
**ARETÉ**  
ISSN-I: 1657-2513 | e-ISSN: 2463-2252 *Fonoaudiología*

ID: 1657-2513.art.18203

Subtitle: Exercises with semi-occluded vocal tract

Título: Ejercicios con tracto vocal semi-ocluido

Subtítulo: Efectos en la función glótica, aerodinámica y configuración del tracto vocal

Alt Title / Título alternativo:

[en]: Effects on glottal function, aerodynamics and configuration of the vocal tract

[es]: Ejercicios con tracto vocal semi-ocluido: Efectos en la función glótica, aerodinámica y configuración del tracto vocal

Author (s) / Autor (es):

Guzman & Salfate

Keywords / Palabras Clave:

[en]: Vocal therapy, vocal exercises, semioccluded vocal tract, resonance tube.

[es]: Terapia vocal, ejercicios vocales, tracto vocal semioccludido, tubo de resonancia.

Submitted: 2018-07-27

Acepted: 2018-08-21

## Resumen

El presente artículo corresponde a una revisión teórica de la literatura en relación los efectos asociados a los ejercicios con tracto vocal semioccludido en la función glótica, medidas aerodinámicas y configuración del tracto vocal. Los ejercicios con tracto vocal semioccludido (alargamientos artificiales del tracto vocal) han sido ampliamente utilizados en terapia, calentamiento y entrenamiento vocal. Se ha establecido que este tipo de ejercicios aumentan la impedancia del tracto vocal, específicamente la reactancia inercial (inertancia) que puede influir favorablemente en la vibración de los pliegues vocales. Un aspecto común en los programas fisiológicos de terapia vocal, es que todos ellos se basan en ejercicios con tracto vocal semioccludido. Una gran cantidad de estudios han revelado el efecto que estos ejercicios producen en los diferentes subsistemas que participan en la producción de la voz. La evidencia señala que estos ejercicios afectan el grado de aducción de los pliegues vocales dependiendo del grado de resistencia al flujo. El efecto en las medidas aerodinámicas se centra en cambios en el grado de presión subglótica, oral y transglótica. La configuración del tracto vocal es otro aspecto que se ve modificado durante la vocalización con ejercicios con tracto vocal semioccludido. A grandes rasgos se ha observado una mayor área faríngea, posición vertical de la laringe más descendida, elevación de velo del paladar y una modificación en la salida del tubo epilaringeo. En general, la mayoría de los cambios sugieren que ejercicios con TVSO son buenas herramientas para los sujetos con trastornos de la voz y profesionales de la voz. Los cambios reportados parecen conducir a una producción de voz más económica. El objetivo del presente artículo es entregar información actualizada respecto a la evidencia que sustenta en uso de los ejercicios con tracto vocal semioccludido tanto en la rehabilitación como en el entrenamiento de la voz

## Abstract

*The present article corresponds to a theoretical review of the literature in relation to the effects associated with exercises with a semi-fluid vocal tract in the glottic function, aerodynamic measurements and configuration of the vocal tract. Exercises with semi-occluded vocal tract (artificial lengthening of the vocal tract) have been widely used in therapy, warm-up and vocal training. It has been established that this type of exercise increases the impedance of the vocal tract, specifically the inertial reactance (inertance) that can favorably influence the vibration of the vocal folds. A common aspect in the physiological programs of vocal therapy, is that all of them are based on exercises with semi-occluded vocal tract. A large number of studies have revealed the effect that these exercises produce on the different subsystems involved in the production of the voice. The evidence indicates that these exercises affect the degree of adduction of the vocal folds depending on the degree of resistance to flow. The effect on aerodynamic measures focuses on changes in the degree of subglottic, oral and transglottic pressure. The configuration of the vocal tract is another aspect that is modified during vocalization with exercises with semi-occluded vocal tract. Broadly speaking, a greater pharyngeal area has been observed, vertical position of the lower descending larynx, elevation of the soft palate and a modification in the exit of the epilaryngeal tube. In general, most of the changes suggest that exercises with TVSO are good tools for subjects with voice disorders and voice professionals. The reported changes seem to lead to a more economical voice production. The objective of this article is to provide up-to-date information regarding the evidence that supports the use of exercises with semioccluded vocal tract in both rehabilitation and voice training.*

Marco **Guzman**

Source | Filiación:

Universidad de los Andes - Chile

BIO:

Académico Escuela de Fonoaudiología, Universidad de los Andes, Chile.; Profesor adjunto University of Tampere, Finlandia; Fonoaudiólogo Departamento de Otorrinolaringología, Clínica Las Condes.; Doctor en Vocología, University of Tampere, Finlandia; Especialista en Vocología, University of Iowa y National Center for Voice and Speech, EEUU.

City | Ciudad:

Chile[CI]

e-mail:

[guzmann.marcoa@gmail.com](mailto:guzmann.marcoa@gmail.com)

Luka **Salfate**

BIO:

Especialista en vocología; Speech-Language Pathologist, Research Assistant, Department of Communication Sciences, University of Chile, Santiago, Chile

City | Ciudad:

Chile[CI]

## Citar como:

Guzman , M & Salfate, L. (2018). Ejercicios con tracto vocal semi-ocluido: Efectos en la función glótica, aerodinámica y configuración del tracto vocal. Areté issn-l:1657-2513, 18 (2), 21-32. Obtenido de: <https://revistas.iberoamericana.edu.co/index.php/arete/article/view/1424>

# Ejercicios con tracto vocal semi-ocluido

## Efectos en la función glótica, aerodinámica y configuración del tracto vocal

Exercises with semi-occluded vocal tract

Marco **Guzmán**  
Lukas **Salfate**

## Enfoques en la terapia vocal

Actualmente, no existe ningún manuscrito en español que corresponda a una revisión teórica de la temática relacionada con los ejercicios con tracto vocal semiocluido como herramienta en la terapia vocal con tendencia fisiológica. El objetivo del presente artículo es entregar información actualizada respecto a la evidencia que sustenta en uso de los ejercicios con tracto vocal semiocluido tanto en la rehabilitación como en el entrenamiento de la voz.

A lo largo de los años han surgido varios enfoques (orientaciones) para el tratamiento de trastornos de la voz. (Stemple, 2000) clasificó los enfoques de terapia vocal en cuatro categorías principales: higiénica, psicogénica, sintomática y fisiológica.

La orientación higiénica se basa en dos aspectos principales: 1) muchos trastornos funcionales de la voz son iniciados y mantenidos por comportamientos o hábitos vocales que dañan las estructuras laríngeas; 2) la eliminación de conductas dañinas y traumáticas mejora el rendimiento vocal. Por lo tanto, este enfoque se centra en la identificación y eliminación de comportamientos vocales dañinos, seguido del desarrollo de comportamientos vocales apropiados (Thomas & Stemple, 2007) Los componentes comunes del abordaje higiénico de la terapia vocal incluyen: hidratación laríngea, reposo vocal, tos silenciosa, evitar gritos, control de la carga vocal, etc. (Stemple, 2000).

El enfoque psicogénico propone que los problemas emocionales o psicosociales pueden causar trastornos vocales (Stemple, 2000) Este enfoque se centra en la identificación y modificación de los problemas emocionales y psicosociales relacionados con el inicio y el mantenimiento del trastorno de la voz. Según este enfoque, cuando se resuelven las causas psicógenas, se elimina el trastorno de la voz (Aronson & Elvin, 1985).

La terapia vocal sintomática se centra en la modificación de los síntomas vocales alterados relacionados con el tono, la sonoridad y la calidad vocal. Esta tendencia se basa en la creencia de que la modificación y corrección de las características de fonación, respiración y resonancia de manera aislada producen una mejora en la condición vocal (Thomas & Stemple, 2007) El abordaje sintomático involucra varios ejercicios de voz para modificar los síntomas vocales alterados (Boone & McFarlane, 1997). En los últimos años se han añadido más ejercicios facilitadores de voz a la lista original de ejercicios sintomáticos (Boone & McFarlane, 1988; Boone, McFarlane, & Berg, 2005) Algunos de los ejercicios de facilitación tradicionales y comúnmente utilizados en la terapia de voz sintomática son: ejercicios de empuje, humming, ejercicios de masticación, bostezo-suspiro, cambio de sonoridad, fonación en inhalación, manipulación digital / presión digital, relajación, establecimiento de un nuevo tono y técnicas de “colocación de la voz”.

## Ejercicios con tracto vocal semi-ocluido

### Efectos en la función glótica, aerodinámica y configuración del tracto vocal

Por otro lado, la terapia de voz fisiológica se basa en la creencia de que los trastornos de la voz son mejor tratados mediante la modificación de la fisiología subyacente de la producción de voz (Stemple, 2000) sugieren que el enfoque fisiológico involucra tres componentes clave: 1) mejorar el equilibrio entre los principales subsistemas involucrados en la producción de voz: respiración, fonación y resonancia (configuración del tracto vocal y sensaciones relacionadas con la “colocación vocal”); 2) mejorar la fuerza, el equilibrio, el tono y la resistencia de los músculos laríngeos; y 3) desarrollar una cubierta mucosa de los pliegues vocales sana. La evidencia sugiere que los métodos fisiológicos de la terapia de voz tienen mayor sustento científico (mayor número de estudios y más alto nivel de evidencia) que otros enfoques de la terapia de voz (Thomas & Stemple, 2007). Ejemplos de programas fisiológicos de terapia de voz incluyen: Ejercicios de Función Vocal (Stemple, Lee, D’Amico, & Pickup, 1994) (Stemple, 2000), el Método de Acento de Terapia de Voz (Kotby N., 1995) y Terapia de Voz Resonante (Verdolini, 1998).

## Programas de terapia vocal fisiológica

Un aspecto común en los programas de terapia de voz fisiológicos mencionados anteriormente, es que todos ellos se basan en ejercicios con tracto vocal semiocluido (TVSO). Este grupo de ejercicios incluye la fonación de consonantes fricativas sonoras, consonantes nasales, vocales cerradas, vibración labial y lingual, raspberry (vibración labial y lingual al mismo tiempo), técnica de la mano sobre la boca, la fonación en diferentes tubos con el extremo libre, ya sea libre en el aire o sumergido en un recipiente con agua, fonación dentro de una máscara semiocluida de ventilación y fonación en vaso de polietileno con orificio.

Aunque los ejercicios de función vocal, terapia de voz resonante y método de Acento son los programas de terapia de voz fisiológica más conocidos y estudiados, hay una serie de programas o secuencias de ejercicios de voz, basados en los mismos principios fisiológicos, que los terapeutas de la voz utilizan en diferentes países alrededor del mundo. Muchos de esos programas también aprovechan los ejercicios con TVSO como base. Uno de los ejercicios con TVSO más comúnmente utilizados es la fonación en tubos, ya sea con el extremo libre en el aire o sumergido en el agua. Este último se llama terapia de resistencia al agua.

En los últimos veinte años, se ha llevado a cabo un número considerable de estudios para revelar la física y fisiología subyacente de la fonación de tubos y otros ejercicios con TVSO. Algunos de ellos han explorado cambios en la vibración de los pliegues vocales, otros en la configuración del tracto vocal, y también hay estudios centrados en las variables aerodinámicas.

## Ejercicios con tracto vocal semiocluido

Los ejercicios con TVSO han sido ampliamente utilizados en terapia, calentamiento y entrenamiento vocal. Se ha establecido que los ejercicios vocales que involucran alargamientos artificiales del tracto vocal (como la fonación en tubos) o un estrechamiento anterior del tracto vocal (como una /b/ prolongada), aumentan la impedancia del mismo, específicamente la reactancia inercial (inertancia) que puede influir favorablemente en la vibración de los pliegues vocales (Titze,

1988; Story, Laukkanen, & Titze, 2000; Vampola, Laukkanen, Horáček, & Svec, 2011). El aumento de la inertancia cambia la amplitud del flujo y la forma del pulso glótico. (Rothenberg M., 1986.; Story, Laukkanen, & Titze, 2000; Titze I., 2006 a; Titze I., 2006 b). Además, el umbral de presión de la fonación (UPF) (la presión subglótica mínima necesaria para iniciar y mantener la fonación) se reduce por el aumento de la inertancia del tracto vocal (Titze, 1988).

El aumento de la impedancia del tracto vocal puede afectar a la voz de dos maneras: 1) mediante una interacción acústico-aerodinámica, y 2) a través de una interacción mecano-acústica (Rothenberg M., 1986.) (Story, Laukkanen, & Titze, 2000).

En relación a la interacción acústico-aerodinámica, la forma del pulso de flujo glótico se ve afectada por las presiones acústicas en el tracto vocal (Rothenberg M., 1981; Rothenberg & Mahshie, 1988; Story, Laukkanen, & Titze, 2000). Específicamente, existe un aumento de la inclinación de la forma de onda del flujo glótico lo que conduce al fortalecimiento de los armónicos más altos (menor pendiente espectral), produce un aumento del nivel de presión sonora (Bickley & Stevens, 1987) y favorece una calidad de voz más resonante, obteniendo un sonido más sonoro y brillante, caracterizado por sensaciones vibratorias aumentadas en la parte frontal de la cara y la boca y una producción de voz fácil. De acuerdo a la evidencia científica (Titze I., 2006 a; Titze I., 2008) se ha señalado que, como la inclinación de la onda de flujo de aire glótico es uno de los determinantes de la intensidad vocal, la interacción fuente-filtro puede utilizarse para aumentar la intensidad, en lugar de un aumento de la amplitud vibratoria de los pliegues vocales, evitando así un aumento en el estrés de impacto de los pliegues vocales.

La segunda forma en que la producción de voz puede verse afectada por la impedancia del tracto vocal es la interacción mecano-acústica de las presiones del tracto vocal y los pliegues vocales (Rothenberg M., 1986.; Titze & Story, 1997). Específicamente, la inertancia produce un descenso en el valor del UPF (Titze & Story, 1997). Un UPF bajo promueve una mayor facilidad en fonación (disminución en el esfuerzo fonatorio percibido). En un reciente estudio con laringes extirpadas, (Conroy, y otros, 2014) evaluaron el UPF durante nueve condiciones de semioclusión. Se detectó una disminución significativa en el UPF para el tubo más largo y tubos más estrechos. Un estudio de (Mills, Hays, Al-Ramahi, & Jiang, 2017) se encontró una disminución similar del UPF con el uso la máscara semiocluida en laringes caninas extirpadas. De manera similar, se ha visto disminución del UPF y del esfuerzo fonatorio luego de 8 sesiones de terapia vocal con TVSO en pacientes con nódulos vocales (Salfate & Guzmán, 2016).

## Influencia de los ejercicios con TVSO en las variables aerodinámicas

### Efectos en la presión subglótica y presión oral

Uno de los efectos de los ejercicios con TVSO que se ha explorado, son las modificaciones producidas en las presiones de aire durante y después de los ejercicios. (Titze, Laukkanen, Finnegan, & Jaiswal, 2002) afirmó que cuando se produce una semioclusión, como la producida durante la fonación de tubos, ocurre un aumento en la resistencia al flujo de aire, dependiendo del tamaño del tubo. Por ende, la presión oral (Poral) es positiva, y esto a su vez, reduciría la presión transglótica (Ptrans) (diferencia entre presión subglótica y oral), a menos que se eleve la presión subglótica (Psub). Los resultados de un experimento utilizando diferentes diámetros y longitudes de pajitas plásticas

comerciales evidenciaron que las pajitas estrechas (utilizadas para revolver café) ofrecen más resistencia al flujo que las pajitas comunes (utilizadas para beber líquidos).

Los datos de Psub y Poral demostraron que cuanto mayor es la resistencia al flujo proporcionada por el tubo, mayores son las presiones subglóticas que los sujetos necesitan generar. El aumento en la Psub fue, en el mismo estudio, corroborado en humanos. Los autores afirmaron que la Psub estaba inversamente relacionado con el diámetro de la pajita (Titze, Laukkanen, Finnegan, & Jaiswal, 2002). Además, en un estudio diseñado para investigar la fonación durante distintos alargamientos artificiales del tracto vocal, (Laukkanen, y otros, 2007) demostraron que la Psub es más alta durante la fonación en tubos más largos. Los autores sugirieron que el aumento de Psub podría reflejar mayor trabajo vocal utilizado para compensar el aumento de la carga del tracto vocal. (Radolf, Laukkanen, Horacek, & Liu, 2014) demostraron que la Poral media aumenta aproximadamente 4 veces en fonación cómoda habitual y alrededor de 9 veces en fonación suave, durante la producción de voz en un tubo de resonancia sumergido 10 cm por debajo de la superficie del agua. La Psub también aumenta, probablemente debido a una compensación por el aumento de la resistencia supraglótica.

En un modelo físico de producción de voz realizado por (Horacek, Radolf, Bula, & Laukkanen, 2014) se reportaron resultados similares. Tanto Poral como Psub aumentaron con un tubo de resonancia sumergido 10 cm en el agua.

En una investigación conducida por (Guzmán, y otros, 2016 a) se estudió el efecto de varios de ejercicios con TVSO en sujetos con 4 condiciones vocales distintas (normal entrenado, normal no entrenado, disfonía funcional y parálisis del pliegue vocal). Los autores encontraron que los sujetos de los cuatro grupos que se comportaron cuantitativamente de manera similar con respecto a las variables de presión de aire. El tubo en agua y la pajita de diámetro estrecho (utilizada para revolver café) en el aire presentaron los valores más altos en Psub y Poral para todas las condiciones de voz. Este estudio concluye que estas variables son en general más dependientes del grado de resistencia al flujo de aire que a la condición vocal de los participantes.

Los resultados antes mencionados sugieren que el aumento de Psub podría ser una forma de compensar el aumento de Poral, que, a su vez, es causado por el alto grado de resistencia al flujo de aire durante algunos ejercicios con TVSO. En otras palabras, el incremento de la Psub podría reflejar una reacción compensatoria frente al aumento de la carga del tracto vocal. Esta resistencia al flujo de aire (carga vocal) varía dependiendo del diámetro y longitud del tubo en el aire (Titze, Laukkanen, Finnegan, & Jaiswal, 2002; Laukkanen, y otros, 2007; Horacek, Radolf, Bula, & Laukkanen, 2014; Andrade, y otros, 2016), y la profundidad de inmersión cuando el tubo se sumerge en el agua (Horacek, Radolf, Bula, & Laukkanen, 2014; Radolf, Laukkanen, Horacek, & Liu, 2014; Andrade, y otros, 2016). La fuerte correlación positiva entre Poral y Psub encontrada en Guzmán et al. (2016a), corroboraría la interacción fisiológica entre estas dos variables aerodinámicas.

Un aspecto terapéutico interesante podría surgir del efecto de ejercicios con TVSO en las medidas de presión de aire. Sin importar la condición de la voz o el grado de entrenamiento vocal, se produce una activación inconsciente y ligera de la caja abdominal y de las costillas (movimiento) cuando se produce voz con algunas semioclusiones del tracto vocal. Aun cuando no existe evidencia objetiva, las observaciones clínicas han reportado y los pacientes indican que experimentan movimientos de abdomen y de caja torácica baja durante los ejercicios.

También señalan que la activación de la pared abdominal y caja

torácica es mayor cuando el grado de resistencia al flujo es mayor. Posiblemente, esta activación es una reacción muscular abdominal e intercostal para aumentar la Psub, que es necesaria para superar el aumento de Poral. Por lo tanto, esta activación muscular debe ser proporcional al grado de Poral, y a la resistencia al flujo de aire. Por ende, los ejercicios con TVSO podrían ser una manera efectiva de entrenar el apoyo respiratorio (técnica de respiración cuyo objetivo es reducir el esfuerzo muscular laríngeo excesivo durante la fonación) en la terapia y el entrenamiento vocal. Por ejemplo, ejercicios con TVSO podrían promover que los sujetos comiencen a activar más músculos respiratorios durante la fonación, en lugar de simplemente usar los músculos aductores laríngeos para aumentar la intensidad vocal.

Aun cuando, la evidencia señala que la Psub tiende a aumentar durante los ejercicios con TVSO, algunos estudios han señalado que posterior a un periodo largo de terapia vocal (varias semanas) en sujetos con disfonía, la Psub tiende a disminuir. (Guzman, y otros, 2017a) en un estudio para evaluar la eficacia de la terapia de resistencia en el agua en sujetos con disfonía comportamental (disfonía funcional), reportó una disminución de la Psub luego de 8 semanas de tratamiento. Investigaciones previas utilizando programas fisiológicos de rehabilitación vocal, han reportado resultados similares. (Kotby & Fex, 1998) observó una disminución de la Psub posterior a un periodo de 20 semanas de terapia vocal con el método del acento. Resultados similares fueron reportados por (Bassiouny, 1998)

Considerando que un incremento de Psub es comúnmente observado durante los ejercicios con TVSO (como se mencionó arriba), parece entonces paradójico que posterior a una terapia vocal a largo plazo (varias semanas), la Psub muestre una disminución. Sin embargo, es posible que un incremento moderado de la Psub durante la realización de ejercicios con TVSO ayuda a entrenar la función respiratoria durante un periodo a largo plazo de terapia vocal, resultando esto en una disminución del esfuerzo fonatorio y por lo tanto una disminución del UPF y la Psub.

## Efectos en la presión Transglótica

La presión transglótica (Ptrans) es obviamente una variable que también se espera que se modifique durante los ejercicios con TVSO. (Titze, Laukkanen, Finnegan, & Jaiswal, 2002) afirmó que cuando se produce una semioclusión, debería haber una reducción en la Ptrans (que se considera la fuerza que impulsa la vibración de los pliegues vocales), a menos que se eleve la presión subglótica. Los resultados de (Guzman, y otros, 2013 a) mostraron que Ptrans disminuyó tanto en tubo de resonancia como pajita para revolver café. De manera diferente, en otro estudio conducido por (Guzmán, y otros, 2016 a), Ptrans fue mayor que la condición basal para todos los ejercicios con TVSO. Los resultados del último estudio podrían implicar que, aunque tanto Poral como Psub aumentaron, no cambian proporcionalmente, es decir, Psub aumenta relativamente más que Poral. Un ajuste compensatorio para mantener el flujo de aire fonatorio durante la fonación podría ser una posible explicación. (Radolf, Laukkanen, Horacek, & Liu, 2014) mostraron hallazgos similares tanto para la fonación en tubos de resonancia, como para pajita de diámetro estrecho.

## Efectos en el umbral de presión de la fonación

Como fue mencionado previamente, una de las interacciones que aumenta con la realización de ejercicios con TVSO es la interacción mecano-acústica (Rothenberg M. , 1986.; Titze & Story, 1997). Específicamente, la inercia produce un descenso en el valor del UPF (Titze & Story, 1997). Un UPF bajo promueve una mayor facilidad en fonación (disminución en el esfuerzo fonatorio percibido). Esta

Ejercicios con tracto vocal semi-ocluido

Efectos en la función glótica, aerodinámica y configuración del tracto vocal

conclusión ha sido obtenida principalmente desde estudios de modelos computacionales.

Estudios en humanos han reportado también un descenso del UPF inmediatamente después de ejercicios con TVSO y posterior a un periodo de terapia vocal (varias semanas). (Frisancho, y otros, 2018) en un estudio diseñado para observar los efectos inmediatos de ejercicios de habla conectada dentro de máscara de ventilación semiocluida, reportó una disminución del UPF luego de 5 minutos de ejercicios vocales, tanto en sujetos con voces normales, como en personas con disfonía. En un reciente estudio, (Guzman, y otros, 2017a) demostró una disminución del UPF en sujetos con disfonía funcional, posterior a un periodo de 8 semanas de rehabilitación vocal con terapia de resistencia en el agua (grupo experimental) y con terapia con fonación en tubo con el extremo libre en el agua (grupo control). A pesar de que los ejercicios con TVSO han sido asociados a un descenso en el UPF, un estudio reciente no encontró diferencias significativas en estas variables al comprar las condiciones pre y post calentamiento vocal fisiológico con TVSO en cantantes de música contemporánea comercial (Portillo, Rojas, Guzman, & Quezada, 2018)

Considerando que el UPF ha sido asociado a la percepción de esfuerzo fonatorio, es interesante notar que en el estudio de (Guzman, y otros, 2017a) los sujetos del grupo experimental reportaron un aumento de la autopercepción de voz resonante posterior al periodo de terapia vocal. La sensación de voz resonante incluye sensaciones de vibración anterior y percepción de voz fácil. Los autores, además, reportaron una correlación negativa entre el valor de UPF y el valor total del Voice Handicap Index (VHI) y el valor de la sub-escala física. Considerando que la sub-escala física del VHI está relacionada con en grado de incomodidad física al fonar, es razonable encontrar entonces una asociación entre esta variable y el UPF. (Chen, Hsiao, Hsiao, Chung, & Chiang, 2007) también reportó una reducción significativa del UPF luego de 8 semanas de tratamiento con terapia de voz resonante en profesores con alteraciones de la voz. De manera similar, se ha visto una disminución del UPF y del esfuerzo fonatorio luego de 8 sesiones de terapia vocal con TVSO en pacientes con nódulos vocales (Salfate & Guzmán, 2016)

Efecto en la oscilación de la presión oral

Existen dos aspectos principales que diferencian la fonación en tubo con el extremo libre en el aire y sumergido en el agua: 1) el grado de resistencia al flujo de aire (mayor en agua), y 2) la presencia o ausencia de burbujas de agua. Las observaciones clínicas han sugerido que las burbujas producidas durante la fonación en el agua pueden causar una sensación de masaje relajante en los tejidos orales, laríngeos y faríngeos. En el estudio de (Guzmán, y otros, 2016 a), se analizaron las características del burbujeo. Los resultados mostraron que la frecuencia media de burbujeo fue de 22 Hz (rango 12-32 Hz), independientemente de la profundidad de inmersión del tubo y la condición vocal de los sujetos. El burbujeo del agua se refleja en la oscilación de Poral (Enflo, Sundberg, Romedahl, & McAllister, 2013; Granqvist, y otros, 2014) . Trabajos previos han informado que la frecuencia de burbujeo de Poral es de 10-40 Hz (Radolf, Laukkanen, Horacek, & Liu, 2014; Granqvist, y otros, 2014) La frecuencia de burbujeo se ha analizado previamente desde el punto de vista físico. Se ha afirmado que depende de varios factores, tales como el flujo de aire, la profundidad de inmersión y el diámetro del orificio del tubo (Davidson, Erwin, & Jr., 1956)

Solo un estudio hasta la fecha ha evaluado empíricamente el posible efecto masaje (relajación muscular) de las burbujas durante la realización de fonación en tubo en agua (Guzmán et al, 2018). Los investigadores reportaron que tanto la terapia de resistencia en el agua, como la vibración labial, lingual y raspberry (todos considerados

ejercicios con TVSO con doble fuente de vibración), producen una disminución inmediata y mantenida en los síntomas asociados a molestias en el tacto vocal, aumento de la sensación de relación muscular y aumento de la sensación de voz resonante.

Efectos en el flujo transglótico

La velocidad de flujo transglótico ha sido también evaluada después de ejercicios con TVSO, tanto como efecto inmediato, como posterior a varias semanas de terapia vocal fisiológica. (Stemple, Lee, D’Amico, & Pickup, 1994) reportó un descenso significativo en el flujo transglótico luego de terapia con Vocal Function Exercises (VFE) (programa fisiológico basado en ejercicios con TVSO). Los autores sugieren que esta reducción es debido a una mejoría en el balance entre la aducción glótica y la presión subglótica. Resultados similares fueron encontrados por (Sabol, Lee, & Stemple, 1995) en un estudio realizado con un grupo de cantantes tratados con VFE y en otro estudio realizado por (Kotby, El-Sady, Basiouny, Abou-Rass, & Hegazi, 1991) después de terapia vocal con el método del acento. Un incremento en el tiempo máximo de fonación ha sido también reportado posterior a terapia con VFE . (Stemple, Lee, D’Amico, & Pickup, 1994; Tanner, Sauder, Thibeault, Dromey, & Smith, 2010; Nguyen & Kenny, 2009) y posterior a terapia con el método del acento (Kotby, El-Sady, Basiouny, Abou-Rass, & Hegazi, 1991) Este aumento en el tiempo máximo de fonación podría también ser una consecuencia de la reducción de la velocidad flujo transglótico. Adicionalmente, (Frisancho, y otros, 2018) observó una disminución inmediata del flujo transglótico luego de ejercicios de conectada en máscara de ventilación semiocluida en sujetos diagnosticados con disfonía leve.

Influencia de los ejercicios con TVSO en la función glótica

Efecto en el cociente de contacto glótico

La función glótica es probablemente el aspecto más explorado durante los ejercicios con TVSO. En relación a esto, (Titze, Laukkanen, Finnegan, & Jaiswal, 2002) observaron una menor amplitud y menor tiempo de cierre glótico (obtenido a partir de la señal electroglotográfica, EGG) durante la fonación en pajitas en comparación con la fonación de vocal sostenida. Los autores sugirieron que el uso de altas presiones subglóticas requeridas para cantar, son posibles con pajitas estrechas, teniendo una mínima colisión de pliegues vocales. En concordancia, (Bickley & Stevens, 1987) reportaron resultados similares según datos obtenidos a partir de EGG. Los autores reportaron que, para la producción de consonantes fricativas sonoras, la fase abierta del ciclo glótico aumentó en más de un 20% con respecto a posturas abiertas del tracto vocal. (Gaskill & Erickson, 2008) estudiaron el efecto de la vibración labial sonora en cociente de contacto (CQ EGG) en cantantes clásicos y participantes sin entrenamiento vocal. La mayoría de los participantes mostraron una tendencia a una reducción en CQ EGG durante la vibración labial, con un cambio más pronunciado en los participantes no entrenados. En un estudio realizado con cantantes líricos con más de cinco años de experiencia, (Guzman, Rubin, Muñoz, & Jackson-Menaldi, 2013b ) encontró un descenso en el CQ EGG durante la realización de fonación en pajita para beber líquidos.

En un estudio realizado por (Guzman, y otros, 2017b) se utilizó como variable dependiente el CQ obtenido a partir de muestras de cámaras de alta velocidad. Los resultados mostraron que la fonación

de tubos sumergidos 18 cm en el agua producen los valores más altos de CQ que las otras condiciones (5 y 10 cm H<sub>2</sub>O) y que la línea de base para la mayoría de los sujetos. Por otro lado, la fonación en 5 cm bajo el agua mostró una disminución en el CQ en comparación con la condición basal. Resultados comparables se observaron en (Guzman, y otros, 2016b). Cuando se comparó CQ EGG durante el tubo sumergido 3 y 10 cm en agua, el último demostró valores más altos. Estos resultados son concordantes con un estudio de (Radolf, Laukkanen, Horacek, & Liu, 2014) que comparó el CQ EGG entre la fonación en un tubo de resonancia de vidrio con el extremo libre en el aire, el tubo sumergido 2 cm en agua, el tubo sumergido 10 cm en agua y la fonación en una pajita muy estrecha (pajita para revolver café). Se observó que CQ EGG obtuvo el valor más alto con el tubo sumergido 10 cm en agua. Del mismo modo, (Guzman, y otros, 2015a) compararon CQ EGG en ocho ejercicios con TVSO diferentes en un gran número de sujetos (n = 80). El tubo sumergido de 10 cm en agua demostró valores más altos que el tubo sumergido 3 cm en agua tanto para sujetos diagnosticados con voces disfónicas como para sujetos con voz normal.

Al parecer, el grado de resistencia al flujo, específicamente la profundidad de inmersión en el agua, tiene un rol importante en el grado de aducción glótica. Una profundidad más superficial tiende a producir un menor CQ, mientras que una inmersión más profunda tiende a producir un CQ más alto. Posiblemente, cuando aumenta la carga supraglótica, se produce una P<sub>sub</sub> más alta y una aducción glótica compensatoria, independientemente del estado vocal de los participantes. Es importante notar que no sólo la profundidad de inmersión afecta las resistencias al flujo de aire, sino que también el diámetro interno y la longitud del tubo. Los tubos más largos y más estrechos ofrecen más resistencia al flujo de aire que los más cortos y más amplios debido a pérdidas por fricción (Titze, Laukkanen, Finnegan, & Jaiswal, 2002; Andrade, y otros, 2016; Laukkanen, y otros, 2007) en un estudio con cámaras de alta velocidad encontraron un CQ mayor para tubos más largos en comparación con los más cortos. Los resultados del estudio de (Horacek, Radolf, Bula, & Laukkanen, 2014) mostraron cómo el diámetro del tubo también afecta la función glótica.

Si el grado de resistencia al flujo de aire realmente influye en el grado de aducción de los pliegues vocales, quizás, tal como señaló (Sovijärvi, 1977; Sovijärvi, Häyrynen, Orden-Pannila, & Syvänen., 1989) se deban utilizar ejercicios de baja resistencia al flujo en sujetos con hiperaducción de pliegues vocales (por ejemplo tubo sumergido a baja profundidad o tubo en el aire), mientras que los ejercicios de alta resistencia al flujo (por ejemplo tubo sumergido 10-15 cm) deberían utilizarse en pacientes con bajo grado de aducción vocal (por ejemplo parálisis de pliegue vocal o presbifonía). Aunque la profundidad de inmersión, el diámetro interno y la longitud de los tubos pueden afectar el grado de aducción glótica compensatoria durante los ejercicios, también es importante observar que las instrucciones a los sujetos y las tareas fonatorias (tono sostenido, glissandos, acentos, etc.) son aspectos relevantes que deben tenerse en cuenta también durante la terapia o entrenamiento vocal.

Es interesante observar la posible relación entre CQ y las medidas de presión de aire. En el estudio de (Guzmán, y otros, 2016 a), las tareas fonatorias que muestran los valores más altos de CQ fueron tubo en agua y pajita estrecha en el aire. Se encontró también que estos ejercicios fueron los que presentaron los valores más altos de P<sub>sub</sub> y P<sub>oral</sub>. Al parecer, cuando la carga supraglótica aumenta, se produce una P<sub>sub</sub> más alta y una aducción glótica compensatoria. A pesar de que la mayoría de los estudios anteriores han demostrado que cuando mayor es la profundidad de inmersión, mayores son los valores de CQ, una reciente investigación donde se utilizaron cámaras de alta velocidad, se observó un aumento de cociente de apertura (OQ) con mayores profundidades de agua (2-6 cm) (Granqvist, y otros, 2014)

Resultados similares se reportaron en (Guzman, y otros, 2013 a). Una resistencia aumentada produjo una disminución de CQ = aumento de OQ. Esta discrepancia podría deberse a que el tubo se sumergió en una profundidad menor que la profundidad utilizada en otros estudios, tales como el de (Guzman, y otros, 2017b) (5,10 y 15 cm). Tal vez, la fonación en tubo con profundidades de inmersión más profundas (> 6 cm) puede requerir más aducción de los pliegues vocales.

(Verdolini, 1998) sugirieron que el CQ EGG se correlaciona fuertemente con el grado de estrés de impacto glótico. Por lo tanto, teniendo en cuenta que, durante los ejercicios de alta resistencia al flujo, P<sub>sub</sub> y CQ EGG aumentaron juntos, una P<sub>sub</sub> mayor podría estar asociada a un mayor grado de estrés de impacto de los pliegues vocales. La asociación entre P<sub>sub</sub> y el grado de estrés de impacto también tiene una importante aplicación clínica que debe tenerse en cuenta a la hora de elegir el ejercicio con TVSO adecuado dependiendo de las características perceptuales, aerodinámicas, electroglotográficas y auto-informadas de la voz de los pacientes.

## Efectos en otras variables de la función glótica

Otros dos parámetros también relacionados con el grado de estrés de impacto de los pliegues vocales han sido: 1) la relación entre la amplitud y el largo glótico (RAL) y 2) el cociente de cierre (CIQ). (Guzman, y otros, 2017b) en un estudio con tubo sumergido en agua encontró en la mayoría de los casos, para todas las profundidades de inmersión una disminución de RAL. Una disminución en P<sub>trans</sub> podría ser una posible explicación para la disminución de RAL. Considerando que desde el punto de vista biomecánico una RAL baja se asocia a un bajo estrés de impacto de los pliegues vocales, se espera que la posibilidad de fonotrauma de los pliegues vocales disminuya cuando la RAL disminuye. (Laukkanen, y otros, 2007) analizaron la vibración de los pliegues vocales utilizando la relación dinámica entre amplitud y longitud (RDAL) durante la fonación en tubo. Se encontró una RDAL aumentada para el tubo más largo, que, según los autores, puede sugerir un aumento del esfuerzo vocal (aumento de P<sub>sub</sub>). De manera similar, en el estudio de (Guzman, y otros, 2017b), se encontró una RAL relativamente alta para algunos sujetos con tubo de 18 cm en agua.

Otra variable glótica relacionada con el grado de estrés de impacto de los pliegues vocales es el cociente de cierre (CIQ). Este parámetro está específicamente relacionado con la brusquedad del cierre de los pliegues vocales, que también se espera que influya en el grado de colisión de los mismos. Cuanto menor sea el valor de CIQ, más abrupto será el cierre. Los resultados de (Guzman, y otros, 2017b) mostraron dos tendencias, CIQ aumentó después de fonación en 5 cm y 10 cm bajo el agua en comparación con el estado basal. Por lo tanto, en estos dos casos, la fase de cierre fue relativamente más larga en comparación con la condición basal. (Laukkanen, y otros, 2007) observaron que CIQ era menor para los tubos más largos comparados con los más cortos. Dado que un tubo largo y/o estrecho podría ser similar a un tubo sumergido profundamente en agua con respecto al grado de resistencia al flujo aéreo, los resultados de (Guzman, y otros, 2017b) podrían ser considerados opuestos a los resultados de (Laukkanen, y otros, 2007) Considerando que los valores promedio no fueron analizados en los estudios de (Guzman, y otros, 2017b; Laukkanen, y otros, 2007) las variaciones individuales debidas a diferentes estrategias de compensación podrían ser una explicación adecuada para esta discrepancia entre estos dos estudios previos.

## Ejercicios con tracto vocal semi-ocluido

Efectos en la función glótica, aerodinámica y configuración del tracto vocal

### Efectos en medidas acústicas relacionadas con la función glótica

Otro aspecto relacionado a la función glótica es la pendiente espectral (PE). Estudios previos, utilizando análisis acústico de la voz, han informado que el uso de ejercicios con TVSO produce una pendiente espectral menos abrupta (Laukkanen A.-M. , 1992; Guzman, Higuera, Fincheira, & Guajardo, 2012; Guzman, y otros, 2013 f; Guzman, Angulo, Muñoz, & Mayerhoff, 2013 c; Guzmán, y otros, 2016 a), lo que sugiere que las semioclusiones producen un aumento de energía espectral en la parte alta del espectro. Comúnmente, cuando una muestra de voz tiene una pendiente espectral más pronunciada, es decir, menos energía armónica en los armónicos más altos, también hay un incremento de energía de ruido. La relación armónico-ruido (HNR) es la relación entre la energía armónica y la energía de ruido glótico. Un aumento de HNR ha sido observado en varios estudios después de la ejercitación con TVSO (Guzman, y otros, 2017b; Guzman, Higuera, Fincheira, & Guajardo, 2012; Guzmán, y otros, 2012; Paes, Zambon, Yamasaki, Simberg, & Behlau, 2013; Salfate & Guzmán, 2016)

Las medidas de perturbación (Jitter y shimmer) también han sido evaluadas antes y después de los ejercicios con TVSO. Estudios previos con análisis acústico y con muestras tomadas con cámaras de alta velocidad han demostrado una tendencia a la disminución de estas medidas de perturbación. Estos resultados sugieren un efecto estabilizador en la función glótica. (Guzman, Higuera, Fincheira, & Guajardo, 2012; Barrichelo & Behlau, 2007; Guzman, y otros, 2017b)

El posible efecto de los ejercicios con TVSO en la función glótica, también ha sido explorado con tomografía computada. Sin embargo, los resultados no han sido concluyentes, debido posiblemente a que esta técnica de imagenológica no es lo suficientemente precisa para detectar cambios en la configuración de los pliegues vocales durante su vibración. (Hampala, Laukkanen, Guzman, Horáček, & Švec, 2015) concluyeron que no hay tendencias claras en los cambios en la configuración de los pliegues vocales, ni durante ni posterior a la fonación en tubos. Por su parte (Guzman, y otros, 2016b) en un estudio con sujetos portadores de disfonía, señalo que la mayoría de las variables analizadas con tomografía computada no mostraron cambios significativos, excepto el área glótica. Los autores concluyeron que la fonación en tubo al parecer causa un incremento del área glótica durante fonación en tubo. Este cambio es más prominente durante los ejercicios que ofrecen mayor resistencia al flujo glótico.

Muñoz, & Gerhard, 2013 d; Guzman, y otros, 2013 a) observaron varios cambios, tanto en la fonación en tubo de resonancia de vidrio como en la fonación de la pajita estrecha para revolver café. El área interna de la faringe, la región faríngea media y el ancho antero-posterior de la hipofaringe aumentaron durante los ejercicios con TVSO en comparación con la fonación de las vocales antes de los ejercicios. Todos estos cambios fueron mayores durante la pajita estrecha que con la fonación del tubo de vidrio. (Vampola, Laukkanen, Horáček, & Svec, 2011) en una investigación con tomografía computada demostró que el cambio más dominante en el tracto vocal durante la fonación en un tubo de vidrio fue causado por la expansión de la sección transversal de la orofaringe.

### Efectos en la posición vertical de la laringe

Otro resultado observado durante el uso de ejercicios con TVSO es el cambio en la posición vertical de la laringe (PVL). Estudios con tomografía computada (Guzman, y otros, 2013 a; Guzman, y otros, 2017c) y con endoscopia transnasal laríngea (Guzman, Castro, Testart, Muñoz, & Gerhard, 2013 d) mostraron, en general, resultados concordantes. La PVL es más baja durante los ejercicios con TVSO, especialmente para aquellos que presentaban mayor resistencia al flujo (por ejemplo, tubo sumergido en el agua). Dos investigaciones anteriores donde utilizaron electroglotografía reportaron resultados similares con respecto a la PVL. (Laukkanen, Takalo, Vilkman, Nummenranta, & Lipponen., 1999) y (Wistback, Sundberg, & Simberg, 2016) encontraron una PVL más baja comparada con la posición de reposo durante la realización de ejercicios con TVSO con alto grado de resistencia al flujo. Aunque la mayoría de los estudios han reportado una PVL baja durante ejercicios con TVSO, otros estudios han demostrado el efecto opuesto (Laukkanen, Takalo, Vilkman, Nummenranta, & Lipponen., 1999; Vampola, Laukkanen, Horáček, & Svec, 2011) Además, Dos estudios de resonancia magnética no reportaron cambios en la PVL durante la realización de ejercicios con TVSO (Laukkanen, Horáček, Krupa, & Svec, 2010; Laukkanen, Horáček, & Havlík, 2012)

Desde el punto de vista clínico, una PVL baja es deseable durante los ejercicios de voz, ya que este cambio ha sido asociado a una forma relajada y saludable para producir voz. Por lo tanto, las semi-oclusiones y el alargamiento del tracto vocal pueden tener un efecto terapéutico importante si realmente producen un descenso laríngeo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que una laringe baja durante el habla no es una meta, ya que causaría un sonido antinatural.

## Influencia de los ejercicios con TVSO en la configuración del tracto vocal

Algunas investigaciones también han estudiado los cambios en la forma del tracto vocal (TV) durante los ejercicios con TVSO. Los cambios más concordantes en todos estos estudios se relacionan con el ancho faríngeo, posición vertical de la laringe, cierre del velo del paladar y volumen total del tracto vocal.

### Efectos en el área faríngea

Varios estudios han demostrado un incremento del área faríngea durante los ejercicios con TVSO (Laukkanen, Horáček, Krupa, & Svec, 2010; Vampola, Laukkanen, Horáček, & Svec, 2011; Laukkanen, Horáček, & Havlík, 2012; Guzman, y otros, 2013 a; Guzman, Castro, Testart,

### Efectos en la posición del velo del paladar

Una elevación del velo del paladar para sellar el paso nasofaríngeo durante y después de la fonación del tubo también ha sido observada (Laukkanen, Horáček, Krupa, & Svec, 2010; Laukkanen, Horáček, & Havlík, 2012) En los estudios posteriores de (Guzman, y otros, 2013 a) y (Guzman, y otros, 2017b) ambos utilizando tomografía computada, se observaron cambios similares durante y después de los ejercicios, siendo la elevación velar más notoria en los ejercicios con mayor resistencia al flujo (Pajita estrecha para revolver café comparada con tubo de resonancia de vidrio). Originalmente, la fonación en tubo estrecho con el extremo libre en el aire o un tubo de resonancia en el agua ha sido recomendada en la clínica para los pacientes con hipernasalidad, ya que, se suponía que tales ejercicios elevaban el velo (Gundermann, 1977)

Una importante implicancia clínica se puede extraer del hecho de algunos ejercicios con TVSO promueven un mejor cierre velo-faríngeo. Puntualmente, se esperaría encontrar una mejor transferencia de la energía sonora producto de una amortiguación reducida causada por

el tracto nasal y por lo tanto un aumento en el nivel de intensidad total (Laukkanen, Horáček, Krupa, & Svec, 2010)

## Efectos en el volumen del tracto vocal

Un aumento del volumen total del tracto vocal (TV) causado por los ejercicios con TVSO ha sido también reportado en estudios previos. (Vampola, Laukkanen, Horáček, & Svec, 2011) reveló que el volumen total del TV aumentó 38,5% después de la fonación en tubo, en comparación con la fonación de vocales antes del tubo. Según los autores, el aumento de volumen se debió principalmente a la expansión transversal del tracto vocal. Resultados similares fueron encontrados por (Guzman, y otros, 2017b) en un estudio con tomografía computada. El volumen total del TV fue mayor durante la pajita para beber y la pajita estrecha de café en comparación con la línea de base, pero fue significativamente diferente sólo durante el último ejercicio. La causa principal de este aumento de volumen durante la fonación de pajita estrecha es probablemente la misma razón explicada por (Vampola, Laukkanen, Horáček, & Svec, 2011), un aumento en la dimensión transversal del tracto vocal. Datos de (Guzman, y otros, 2017b) mostraron una fuerte correlación del volumen total del tracto vocal con la faringe inferior y la entrada a la faringe inferior durante los ejercicios en pajita, lo que sugiere una asociación entre el volumen del tracto vocal y las áreas transversales. A pesar de que los cambios en la longitud vertical del TV pueden contribuir a un mayor volumen total del mismo durante la fonación del tubo, parece que la causa principal son los cambios observados en las áreas transversales

El aumento del volumen total causado por todos los cambios del tracto vocal descritos anteriormente es posiblemente debido al aumento de Poral durante la fonación del tubo. El incremento en este parámetro durante ejercicios con TVSO puede haber empujado mecánicamente la laringe hacia abajo, las paredes faríngeas lateralmente, y el velo de forma ascendente. Sin embargo, también es posible que los participantes conscientemente hayan cerrado el velo con el fin de que todo el flujo pase a través del tubo. Por lo tanto, el cierre velar también podría ser realizado por el funcionamiento de musculatura activa y no necesariamente algo que sucede de forma mecánica. Además, una activación similar de la musculatura laríngea podría causar el descenso de la laringe durante la fonación en tubo.

## Efectos en el tubo epilaríngeo

Otro aspecto relacionado con la configuración del TV que ha sido evaluado durante la fonación en tubos es la relación entre el área transversal de la faringe baja (Af) y el área de salida del tubo epilaríngeo (Ae). (Laukkanen, Horáček, Krupa, & Svec, 2010) en un estudio con resonancia magnética encontraron que esta relación incrementó un 27% durante fonación en tubo y un 20% después de la fonación en tubo. Los resultados de (Guzman, y otros, 2013 a), también demostraron una clara tendencia al aumento de la relación Af/Ae durante y después de la fonación de tubo de resonancia y pajita. (Peltokoski, y otros, 2015) obtuvieron resultados similares en todos los ejercicios con TVSO. Efectos más notorios se encontraron en condiciones de mayor resistencia al flujo. (Sundberg, 1974) afirmó que el tubo epilaríngeo debería actuar como un resonador separado (es decir, acústicamente desvinculado del resto del tracto vocal) cuando el área de sección transversal de la faringe es al menos seis veces más ancha que la apertura del tubo epilaríngeo. Cuando esto se produce, es probable que se origine el formante del cantante (un pico prominente de la envolvente del espectro cercano a 3 kHz asociado con una calidad de voz “brillante”). En el análisis acústico de (Guzman, y otros, 2013 a) se evidenciaron tres resultados interesantes que podrían estar relacionados con los resultados encontrados en Af/Ae: 1) después

de la fonación en pajita, se encontró el mayor incremento de energía en la región del formante del hablante/cantante, 2) disminución de la pendiente espectral después de la fonación en pajita, y 3) se produjo un claro grupo formántico entre F3 y F4, que se localizó en 2500-3000 Hz para vocal [a:] después de realizar los ejercicios con TVSO.

En relación a lo anterior, dos estudios de casos también mostraron un incremento de la energía espectral en la región del formante del cantante (Laukkanen, Horáček, Krupa, & Svec, 2010; Laukkanen, Horáček, & Havlík, 2012) después de la fonación en tubo. Además, dos estudios cuyo objetivo fue comparar el efecto en la distribución de energía espectral de los ejercicios con TVSO, se mostró un aumento de la energía espectral en la parte más alta del espectro (2000-5000 Hz) después de ejercicios con TVSO en comparación con el espectro de voz después de vocalizaciones con tracto vocal abierto (Guzman, Angulo, Muñoz, & Mayerhoff, 2013 c; Guzman, y otros, 2013 f). Estos resultados indicarían que los ejercicios con TVSO podrían ser favorables para la formación del formante del hablante/cantante.

En la laringología clásica, las constricciones de la laringe han sido comúnmente descritas como signos de hiperfunción (Stager, Bielamowicz, Regnell, Gupta, & Barkmeier, 2000). Sin embargo, estudios previos han mostrado que el incremento de la actividad supraglótica puede ocurrir también en sujetos diagnosticados con voces normales y en personas vocalmente entrenadas (Behrman, Dahl, Abramson, & Schutte, 2003; Sama, Carding, Price, Kelly, & Wilson, 2001; Stager, y otros, 2001; Pershall & Boone, 1987; Yanagisawa, Estill, Kmucha, & Leder, 1989). En un estudio diseñado para evaluar el grado de constricciones supraglóticas en cantantes de ópera, (Mayerhoff, y otros, 2014) demostró una notoria actividad supraglótica. Guzmán ha conducido una serie de estudios con cantantes de música contemporánea comercial (cantantes populares) donde se ha observado también un importante grado de actividad supraglótica, incluyendo estrechamiento del tubo epilaríngeo (Guzman, y otros, 2013 e; Guzman, y otros, 2015b; Guzman, y otros). Muchos otros estudios previos han explorado las compresiones laríngeas durante la voz cantada mostrando resultados similares. (Saldias, Guzman, Miranda, & Laukkanen, Press; Lawrence, 1979; Yanagisawa, Estill, Kmucha, & Leder, 1989; Pershall & Boone, 1987; Sakakibara, Fuks, Imagawa, & Tayama, 2004; Sakakibara, y otros, 2001; Lindestad, Södersten, Merker, & Granqvist, 2001). Solo un estudio hasta la fecha ha explorado las compresiones laríngeas en personas profesional de la voz hablada. (Guzman, y otros, 2016c)

## Conclusiones

El presente artículo da cuenta de los efectos fisiológicos de los ejercicios con TVSO. La evidencia demuestra que este grupo de ejercicios vocales tiene efectos positivos simultáneos tanto en la función glótica, configuración del tracto vocal y variables aerodinámicas. Esto a su vez, implicaría que los ejercicios con TVSO son ejercicios que pueden ser utilizados en un enfoque integral de rehabilitación y entrenamiento, produciendo que los tres principales subsistemas involucrados en la producción de la voz interactúen durante la vocalización.

La mayoría de los cambios sugieren que ejercicios con TVSO son buenas herramientas para los sujetos con trastornos de la voz y usuarios profesionales de la voz. Estos cambios parecen conducir a una producción de voz más económica.

El grado de resistencia al flujo debe ser considerado al elegir los ejercicios de tratamiento para pacientes con diferentes tipos de diagnósticos (por ejemplo, disfonías hiperfuncionales o hipofuncionales). Ejercicios con alto grado de resistencia al flujo

## Ejercicios con tracto vocal semi-ocluido

### Efectos en la función glótica, aerodinámica y configuración del tracto vocal

(pajitas estrechas para revolver café o tubo con inmersión profunda en el agua) podrían ser más beneficiosos para los pacientes con parálisis de pliegue vocal o presbifonía. Por otro lado, la función glótica de los pacientes con hiperaducción o fatiga vocal podría verse beneficiada utilizando ejercicios con baja resistencia al flujo (por ejemplo, tubo de vidrio tradicional en el aire o en profundidades superficiales de inmersión en agua).

Los aspectos aerodinámicos se afectan principalmente durante ejercicios con TVSO al aumentar las medidas de presión de aire como Poral y Psub, siendo esta última una compensación de la primera. Un aumento en Poral, a su vez, es causado por la resistencia al flujo de aire ofrecido por las semioclusiones.

La influencia de ejercicios con TVSO en la fonación se relaciona principalmente con el grado de colisión de los pliegues vocales y la aducción glótica durante el ejercicio. Esto se determina principalmente por el grado de resistencia al flujo de aire que ofrece cada ejercicio. Una alta resistencia parece promover una mayor colisión de los pliegues vocales en comparación con un ejercicio de menor resistencia. Por lo tanto, los ejercicios con mayor resistencia podrían ser más beneficiosos para los pacientes con diagnóstico como parálisis de pliegue vocal o presbifonía. Por otro lado, la función glótica de los pacientes con hiperaducción o fatiga vocal podría ser mejorada utilizando ejercicios con menor resistencia al flujo de aire.

Pueden alcanzarse importantes objetivos tanto terapéuticos como de entrenamiento durante ejercicios con TVSO en relación a la configuración del tracto vocal. Durante este tipo de ejercicios se produce una laringe descendida, una faringe más ancha y un velo más elevado comparado con la fonación de vocales, siendo el cambio más prominente cuando la resistencia al flujo de aire es mayor. Estas modificaciones están vinculadas a cambios positivos en la salida acústica y perceptual de la voz.

## Referencias

- Andrade, P. A., Wistbacka, G., Larsson, H., Södersten, M., Hammarberg, B., Simberg, S., . . . Granqvist, S. (2016). The Flow and Pressure Relationships in Different Tubes Commonly Used for Semi-occluded Vocal Tract Exercises. *Journal of voice*, 30, 36–41. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.02.004>
- Aronson, & Elvin, A. (1985). *Clinical Voice Disorders: An Interdisciplinary Approach* (3 ed.). Mishawaka, IN, U.S.A: Published by Thieme-Stratton Corp.
- Barrichelo, V., & 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, 46–53. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2005.08.014>
- Bassiouny. (1998). Efficacy of the Accent Method of Voice Thera. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 50, 146-164. doi:<https://doi.org/10.1159/000021458>
- Behrman, A., Dahl, L. D., Abramson, A. L., & Schutte, H. K. (2003). Anterior-Posterior and medial compression of the supraglottis: signs of nonorganic dysphonia or normal postures? *Journal of voice*, 17, 403–410. doi:[https://doi.org/10.1067/S0892-1997\(03\)00018-3](https://doi.org/10.1067/S0892-1997(03)00018-3)
- Bickley, C. A., & Stevens, K. N. (1987). *Efectos de una constricción del tracto vocal en la fuente glotal: datos de consonantes expresadas Baer T, Sasaki C, Harris*. Boston Massachusetts: Función laríngea en la fonación y la respiración. College-Hill Press, Little, Brown and Company.
- Boone, D., & McFarlane, S. (1988). *The Voice and Voice Therapy*. (4 th ed.). New Jersey (NJ), USA:: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Boone, D., & McFarlane, S. C. (1997). *The Voice and Voice Therapy*. New Jersey (NJ), USA:: Prentice Hall Englewood Cliffs.
- Boone, D., McFarlane, S., & Berg, S. L. (2005). *The Voice and Voice Therapy*. (7 th ed.). Boston USA: Allyn and Bacon.
- Chen, S. H., Hsiao, T.-Y., Hsiao, L.-C., Chung, Y.-M., & Chiang, S.-C. (2007). Outcome of Resonant Voice Therapy for Female Teachers With Voice Disorders: Perceptual, Physiological, Acoustic, Aerodynamic, and Functional Measurements. *Journal of voice*, 21, 415–425. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2006.02.001>
- Conroy, E., Hennick, T., Awan, S., Hoffman, M., Smith, B., & Jiang, J. (2014). Effect of Variations to a Simulated System of Straw Phonation Therapy on Aerodynamic Parameters Using Excised Canine Larynges. *Journal of voice*, 28, 1–6. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.08.004>
- Davidson, L., Erwin, & Jr., A. (1956). Formation of gas bubbles at horizontal orifices. *American Institute of Chemical Engineers Journal*, 337-342. doi:<https://doi.org/10.1002/aic.690020309>
- Enflo, L., Sundberg, J., Romedahl, C., & McAllister, 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, 1530-1538. doi:[https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2013/12-0040](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2013/12-0040)
- Frisancho, K., Salfate, L., Lizana, K., Guzman, M., Leiva, F., & Quezada, C. (2018). Oral presentation in “47 The Annual Symposium: Care of the professional Voice “. . USA.: Voice Foundation, Philadelphia,.
- Gaskill, C., & Erickson, M. (2008). The Effect of a Voiced Lip Trill on Estimated Glottal Closed Quotient. *Journal of voice*, 22, 634–643. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2007.03.012>
- Granqvist, S., Simberg, S., Hertegård, S., Holmqvist, S., Larsson, H., Lindestad, P.-Å., . . . Hammarberg, B. (2014). Resonance tube phonation in water: High-speed imaging, electroglottographic and oral pressure observations of vocal fold vibrations - a pilot study. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 40, 113-121. doi:<https://doi.org/10.3109/14015439.2014.913682>
- Gundermann, H. (1977). *Die Behandlung der gestörten Sprechstimme. Kommunikative Stimmtherapie, Kritik, Theorie, Praxis*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Guzman, Barros, Espinoza, Herrera, Parra, Muñoz, & Lloyd. (2013 e). Laryngoscopic, Acoustic, Perceptual, and Functional Assessment of Voice in Rock Singers. *Folia Phoniatr Logopaedica*, 65, 248–256. doi:<https://doi.org/10.1159/000357707>
- Guzman, Calvache, Romero, Muñoz, Olavarria, Madrid, . . . Bortnem. (2015a). Do Different Semi-Occluded Voice Exercises Affect Vocal Fold Adduction Differently in Subjects Diagnosed with Hyperfunctional Dysphonia? *Folia Phoniatr Logopaedica*, 67, 68-75. doi:<https://doi.org/10.1159/000437353>
- Guzman, M., Acevedo, K., Leiva, F., Ortiz, V., Hormazabal, N., & Quezada, C. (n.d.). Aerodynamic Characteristics of Growl Voice and Reinforced Falsetto in Metal Singing. *Journal of voice*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.04.022>
- Guzman, M., Acuña, G., Pacheco, F., PeraltaFrancisca, RomeroConstanza, Cecilia, Q., & VergaraCamilo. (n.d.). The Impact of Double Source of Vibration Semioccluded Voice Exercises on Objective and Subjective Outcomes in Subjects with Voice Complaints. *Journal of voice*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.08.021>
- Guzman, M., Angulo, M., Muñoz, D., & Mayerhoff, R. (2013 c). Effect on long-term average spectrum of pop singers’ vocal warm-up with vocal function exercises. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 15, 127-135. doi:<https://doi.org/10.3109/17549507.2012.702283>
- Guzmán, M., Callejas, C., Castro, C., Campo, P. G., Lavanderos, D., Valladares, M. J., . . . Carmona, C. (2012). Efecto terapéutico de los ejercicios con tracto vocal semiocluido en pacientes con disfonía músculo tensional tipo i. *Revista de logopedia, foniatría y audiolología*, 32, 139-146.
- Guzmán, M., Castro, C., Madrid, S., Olavarria, C., Leiva, M., Muñoz, D., . . . Laukkanen, A.-M. (2016 a). Air Pressure and Contact Quotient Measures During Different Semioccluded Postures in Subjects With Different Voice Conditions. *Journal of voice*, 30, 759.e1–759.e10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.09.010>
- Guzman, M., Castro, C., Testart, A., Muñoz, D., & Gerhard, J. (2013 d). Laryngeal and Pharyngeal Activity During Semioccluded Vocal Tract Postures in Subjects Diagnosed With Hyperfunctional Dysphonia. *Journal of voice*, 27, 709–716. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.05.007>
- Guzman, M., Higuera, D., Fincheira, C., & Guajardo, C. (2012). Immediate effects of a vocal exercise sequence with resonance tubes. *Revista CEFAC*, 471-480.
- Guzman, M., Higuera, D., Fincheira, C., Muñoz, D., Guajardo, C., & Dowdall, J. (2013 f). Immediate acoustic effects of straw phonation exercises in subjects with dysphonic voices. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 38, 35-45. doi:<https://doi.org/10.3109/14015439.2012.731079>

- Guzman, M., Jara, R., Olavarria, C., Caceres, P., Escuti, G., Fernanda Medina, L. M., . . . Laukkanen, A.-M. (2017a). Efficacy of Water Resistance Therapy in Subjects Diagnosed With Behavioral Dysphonia: A Randomized Controlled Trial. *Journal of voice*, 31, 385.e1–385.e10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.09.005>
- Guzman, M., Lanas, A., Olavarria, C., Azocar, M. J., Muñoz, D., Madrid, S., . . . Mayerhoff, R. (2015b). Laryngoscopic and Spectral Analysis of Laryngeal and Pharyngeal Configuration in Non-Classical Singing Styles. *Journal of voice*, 29, 130.e21–130.e28. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.05.004>
- Guzman, M., Laukkanen, A.-M., Krupa, P., Horáček, J., Švec, J., & Geneid, A. (2013 a). Vocal Tract and Glottal Function During and After Vocal Exercising With Resonance Tube and Straw. *Journal of voice*, 27, 523. e19–523.e34.
- Guzman, M., Laukkanen, A.-M., Traser, L., Geneid, A., Richter, B., Muñoz, D., & Echternach, M. (2017b). The influence of water resistance therapy on vocal fold vibration: a high-speed digital imaging study. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 42, 99–107. doi:<https://doi.org/10.1080/14015439.2016.1207097>
- Guzman, M., Miranda, G., Muñoz, D., Jara, R., Pino, J., Olavarria, C., & Madrid, S. (2016b). Configuration of vocal folds during and after tube phonation in patients with voice disorders: A computerized tomographic study. *Journal of voice*, 6, 36–43.
- Guzman, M., Miranda, G., Olavarria, C., Madrid, S., Muñoz, D., Leiva, M., . . . Bortnem, C. (2017c). Computerized Tomography Measures During and After Artificial Lengthening of the Vocal Tract in Subjects With Voice Disorders. *Journal of voice*, 31, 124.e1–124.e10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.01.003>
- Guzman, M., Ortega, A., Olavarria, C., Muñoz, D., Cortés, P., Azocar, M. J., . . . Silva, C. (2016c). Comparison of Supraglottic Activity and Spectral Slope Between Theater Actors and Vocally Untrained Subjects. *Journal of voice*, 30, 767.e1–767.e8. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.10.017>
- Guzman, M., Rubin, A., Muñoz, D., & Jackson-Menaldi, C. (2013b). Changes in Glottal Contact Quotient During Resonance Tube Phonation and Phonation With Vibrato. *Journal of voice*, 27, 305–311. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.01.017>
- Hamdan, A.-L., Sibai, A., Roger, Moukarbel, & Deeb, R. (2006). Laryngeal Biomechanics in Middle Eastern Singing. *Journal of voice*, 20, 579–584. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2005.07.003>
- Hampala, V., Laukkanen, A.-M., Guzman, M., Horáček, J., & Švec, J. G. (2015). Vocal Fold Adjustment Caused by Phonation Into a Tube: A Double-Case Study Using Computed Tomography. *Journal of voice*, 29, 733–742. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.10.022>
- Horacek, J., Radolf, V., Bula, V., & Laukkanen, A.-M. (2014). Air-pressure, vocal folds vibration and acoustic characteristics of phonation during vocal exercising. Part 2: Measurement on a physical model. *Engineering MECHANICS*, 21, 193–200. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/0b79/d4d27b38724e6771da7d3c496ae343393f0e.pdf>
- Kotby, El-Sady, Basiouny, Abou-Rass, & Hegazi. (1991). Efficacy of the accent method of voice therapy. *Journal of voice*, 5, 316–320. doi:[https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80062-1](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80062-1)
- Kotby, N. (1995). *The Accent Method of Voice Therapy*. San Diego, (CA), USA:: Publishing Singular; 1 edition.
- Kotby, N., & Fex, B. (1998). The Accent Method: Behavior readjustment voice therapy. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 23, 39–43. doi:<https://doi.org/10.1080/140154398434329>
- Laukkanen, A.-M. (1992). About the so called “resonance tubes” used in Finnish voice training practice: An electroglottographic and acoustic investigation on the effects of this method on the voice quality of subjects with normal voice. *Scandinavian Journal of Logopedics and Phoniatrics*, 17, 151–161. doi:<https://doi.org/10.3109/14015439209098733>
- Laukkanen, A.-M., Horáček, J., & Havlík, R. (2012). Case-study magnetic resonance imaging and acoustic investigation of the effects of vocal warm-up on two voice professionals. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 37, 75–82. doi:<https://doi.org/10.3109/14015439.2012.660502>
- Laukkanen, A.-M., Horáček, J., Krupa, P., & Švec, J. (2010). The effect of phonation into a straw on the vocal tract adjustments and formant frequencies. A preliminary MRI study on a single subject completed with acoustic results. *Biomedical Signal Processing and*, 50–57.
- Laukkanen, A.-M., Lindholm, P., Vilkman, E., Haataja, K., & Alku, P. (1996). A physiological and acoustic study on voiced bilabial fricative /β:/ as a vocal exercise. *Journal of voice*, 10, 67–77. doi:[https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(96\)80020-8](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(96)80020-8)
- Laukkanen, A.-M., PhD, Pulakka, H., Alku, P., Vilkman, E., Hertegård, S., . . . Wredmark, T. (2007). High-speed registration of phonation-related glottal area variation during artificial lengthening of the vocal tract. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 32, 157–164. doi:<https://doi.org/10.1080/14015430701547013>
- Laukkanen, Takalo, Vilkman, Nummenranta, & Lipponen. (1999). Simultaneous videofluorographic and dual-channel electroglottographic registration of the vertical laryngeal position in various phonatory tasks. *Journal of voice*, 13, 60–71.
- Lawrence. (1979). Laryngological observations on belting. *J Res Singing*, 2, 26–28.
- Lindestad, P.-Å., Södersten, M., Merker, B., & Granqvist, S. (2001). Voice Source Characteristics in Mongolian “Throat Singing” Studied with High-Speed Imaging Technique, Acoustic Spectra, and Inverse Filtering. *Journal of voice*, 15, 78–85. doi:[https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(01\)00008-X](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(01)00008-X)
- Mayerhoff, R., Guzman, M., Jackson Menaldi, C., Munoz, D., Dowdall, J., Maki, A., . . . Rubin, A. (2014). Analysis of supraglottic activity during vocalization in healthy singers. *Laryngoscope*, 124, 504–509. doi:<https://doi.org/10.1002/lary.24310>
- Mills, R., Hays, C., Al-Ramahi, J., & Jiang, J. (2017). Validation and Evaluation of the Effects of Semi-Occluded Face Mask Straw Phonation Therapy Methods on Aerodynamic Parameters in Comparison to Traditional Methods. *Journal of voice*, 31, 323–328. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.04.009>
- Nguyen, & Kenny. (2009). Randomized controlled trial of vocal function exercises on muscle tension dysphonia in Vietnamese female teachers. *Journal of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 38, 261–278.
- Paes, S. M., Zambon, F., Yamasaki, R., Simberg, S., & Behlau, M. (2013). Immediate Effects of the Finnish Resonance Tube Method on Behavioral Dysphonia. *Journal of voice*, 27, 717–722. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.04.007>
- Peltokoski, J., Tyrmi, J., Tyrmi, J., Ilomäki, I., Laukkanen, A.-M., & Geneid, A. (2015). Resonaattoriputki ilmassa ja vedessä (Resonance tube in air and in water). *Puhe ja kieli*, 35, 145–159.
- Pershall, K., & Boone, D. (1987). Supraglottic contribution to voice quality. *Journal of voice*, 1, 186–190. doi:[https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(87\)80044-9](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(87)80044-9)
- Portillo, M. P., Rojas, S., Guzman, M., & Quezada, C. (2018). Comparison of Effects Produced by Physiological Versus Traditional Vocal Warm-up in Contemporary Commercial Music Singers. *Journal of voice*, 32, 200–208. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.03.022>
- Radolf, V., Laukkanen, A.-M., Horacek, J., & 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.
- Rothenberg, & Mahshie. (1988). Monitoring vocal fold abduction through vocal fold contact area. *Journal of Speech Hearing Research*, 31, 338–351.
- Rothenberg, M. (1981). Acoustic Interaction Between the Glottal Source and the Vocal Tract. *Vocal Fold Physiology*, K. N. Stevens and M. Hirano, Eds., University of Tokyo Press, 305–328. Retrieved from <http://www.rothenberg.org/Acoustic/Acoustic.htm>
- Rothenberg, M. (1986.). Cosí fan tutte and what it means or Nonlinear Source-Tract acoustic interaction in the soprano voice and some implications for the definition of vocal efficiency. *Vocal Fold Physiology: Laryngeal Function if Phonation and Respiration*. T.Baer, C. Sasaki, and K.S. Harris, eds., College Hill Press, 254–263.
- Sabol, J. W., Lee, L., & Stemple, J. (1995). The value of vocal function exercises in the practice regimen of singers. *Journal of voice*, 9, 27–36. doi: [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80220-6](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80220-6)
- Sakakibara, K. I., Fuks, L., Imagawa, H., & Tayama, N. (2004). Growl Voice in Ethnic and Pop Styles. *Proceedings of the International Symposium on Musical Acoustics*. Retrieved from <https://www.hoku-iryo-u.ac.jp/~kis/paper/isma04.pdf>
- Sakakibara, K. I., Imagawa, H., Konishi, T., Kondo, K., Murano, E. Z., Kumada, M., & Niimi, S. (2001). Vocal fold and false vocal fold vibrations and synthesis of khoomei. *Proceedings of ICMC*. Retrieved from Proceedings of ICMC 2001.: <https://www.hoku-iryo-u.ac.jp/~kis/paper/icmc2001.pdf>
- Saldias, M., Guzman, M., Miranda, G., & Laukkanen, A.-M. (Press). A Computerized Tomography Study of Vocal Tract Setting in Hyperfunctional Dysphonia and in Belting. *Journal of voice*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.02.001>



## Ejercicios con tracto vocal semi-ocluido

### Efectos en la función glótica, aerodinámica y configuración del tracto vocal

- Salgate, L., & Guzmán, M. (2016). Physiological approach of voice rehabilitation in vocal nodules: a single case study. *Revista digital EOS Peru*, 7, 28-41. Retrieved from <https://eosperu.net/revista/wp-content/uploads/2017/05/articulo-3-1.pdf>
- Sama, Carding, Price, Kelly, & Wilson. (2001). The Clinical Features of Functional Dysphonia. *Laryngoscope*, 111, 458-463. doi:<https://doi.org/10.1097/00005537-200103000-00015>
- Sovijärvi. (1977). Eräitä huomioita funktionaalisen dysfonianhoidosta [Some observations of the treatment of functional dysphonia]. *Finnish Society for Phoneticians and Logopedists*, 19-22.
- Sovijärvi, Häyrynen, Orden-Pannila, & Syvänen., a. (1989). Aänifysiologisten kuntoutusharjoitusten ohjeita. [Instructions for voice exercises]. *Publications of Suomen Puheopisto. Helsinki*.
- Stager, Bielamowicz, Gupta, Marullo, Regnell, & Barkmeier. (2001). Quantification of static and dynamic supraglottic activity. *journal of speech language and hearing research*, 44, 1245-1256.
- Stager, Bielamowicz, Regnell, Gupta, & Barkmeier. (2000). Supraglottic activity: evidence of vocal hyperfunction or laryngeal articulation? *journal of speech language and hearing research*, 43, 229-38.
- Stemple, J. (2000). *Voice therapy: Clinical studies*. San Diego USA:: Singular Publishing Group.
- Stemple, J., Glaze, L., & Klaben., B. G. (2000). *Clinical voice pathology : theory and management*. San Diego, USA:: 3rd Singular Publishing Group.
- Stemple, J., Lee, L., D'Amico, B., & Pickup, B. (1994). Efficacy of vocal function exercises as a method of improving voice production. *journal of voice*, 8, 271-278. doi:[https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80299-1](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80299-1)
- Story, Laukkanen, & Titze. (2000). Acoustic impedance of an artificially lengthened and constricted vocal tract. *journal of voice*, 14, 455-69.
- Sundberg, J. (1974). Articulatory interpretation of the "singing formant". *The Journal of the Acoustical Society of America*, 55, 838-844. doi:<https://doi.org/10.1121/1.1914609>
- Sundberg, J. (1989). *The Science of the Singing Voice*. DeKalb, IL: Northern Illinois University. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 7, 187-202.
- Tanner, K., Sauder, C., Thibeault, S., Dromey, C., & Smith, M. (2010). Vocal Fold Bowing in Elderly Male Monozygotic Twins: A Case Study. *journal of voice*, 24, 470-476. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.10.010>
- Thomas, L., & Stemple. (2007). Voice therapy: Does science support the art? *Communicative Disorders Review*, 1, 49-77.
- Titze. (1988). The physics of small-amplitude oscillation of the vocal folds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 83, 1536-1552.
- Titze, I. (2006 a). TheoreticaAnalysis of Maximum Flow Declination Rate Versus Maximum Area Declination Rate in Phonation. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 49, 439-447.
- Titze, I. (2006 b). Voice Training and Therapy With a Semi-Occluded Vocal Tract: Rationale and Scientific Underpinnings. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49, 448-459.
- Titze, I. (2008). Nonlinear source-filter coupling in phonation: Theory. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123, 2733-2749. doi:<https://doi.org/10.1121/1.2832337>
- Titze, I., & Story, B. (1997). Acoustic interactions of the voice source with the lower vocal tract. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 101, 2234-2243. doi:<https://doi.org/10.1121/1.418246>
- Titze, I., Laukkanen, A. M., Finnegan, E., & Jaiswal, S. (2002). Raising Lung Pressure and Pitch in Vocal Warm-Ups The Use of Flow-Resistant Straws. *Journal of Singing*, 58, 329-338.
- Vampola, Laukkanen, Horáček, & Svec. (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, 310-315. doi:<https://doi.org/10.1121/1.3506347>
- Verdolini, K. (1998). *Resonant voice therapy*. In Verdolini K. Iowa City, IA.: National Center for Voice and; National Center for Voice and.
- Verdolini, K., Chan, R., Titze, I., Hess, M., & Bierhals, W. (1998). Correspondence of electroglottographic closed quotient to vocal fold impact stress in excised canine larynges. *journal of voice*, 12, 415-423.
- Wistback, G., Sundberg, J., & Simberg, S. (2016). Vertical laryngeal position and oral pressure variations during resonance tube phonation in water and in air. A pilot study. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 41, 117-123. doi:<https://doi.org/10.3109/14015439.2015.1028101>
- Yanagisawa, E., Estill, J., Kmucha, S., & Leder, S. (1989). The contribution of aryepiglottic constriction to "ringing" voice quality—A videolaryngoscopic study with acoustic analysis. *journal of voice*, 3, 342-350. doi: [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(89\)80057-8](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(89)80057-8)

Con el acompañamiento de:

**Asofono**  
Asociación Colombiana de Fonoaudiología



Calle 79 # 18-18 of. 206  
Bogotá

