



Facultad de Medicina  
Carrera de Fonoaudiología

**MEDIDAS DE PRESIÓN DE AIRE Y COCIENTE DE  
CONTACTO DURANTE DIFERENTES EJERCICIOS CON  
TRACTO VOCAL SEMIOCLUIDO EN SUJETOS  
PORTADORES DE PARÁLISIS CORDAL UNILATERAL**

**“Tesis para optar al grado de  
Magister en Fonoaudiología Mención Voz”**

**Autor**

**Elizabeth Jaramillo Valdebenito**

**Profesor Guía**

**Marco Guzmán Noriega**

**Enero 2017**



## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradecida de Dios por su eterna fidelidad y las grandes oportunidades.  
Agradecida de mi esposo, por su constante compañía, apoyo y aliento.  
Agradecida de Marco, por aceptar este desafío año tras año y su enorme  
disposición para ayudarme a terminar este proceso.  
Agradecida de todas aquellas personas que desinteresadamente colaboraron en  
este proyecto*

## INDICE

1. Resumen	3
2. Introducción	6
3. Marco teórico	8
3.1. Parálisis Cordal	8
3.2. Medidas Aerodinámicas de la Fonación	10
3.2.1. Presión Subglótica	10
3.2.2. Flujo Transglótico	12
3.2.3. Resistencia Glótica	13
3.3. Electroglotografía	14
3.3.1. Técnica de Aplicación	15
3.3.2. Interpretación de los Resultados	16
3.3.3. Parámetros Cuantitativos	17
3.3.4. Parámetros Cualitativos	18
3.4. Lineamientos Filosóficos de la Terapia Vocal	20
3.4.1. Terapia Vocal Sintomatológica	21
3.4.2. Terapia Vocal Psicogénica	22
3.4.3. Terapia Vocal Etiológica	23
3.4.4. Terapia Vocal Ecléctica	23
3.4.5. Terapia Vocal Fisiológica	24
3.5. Ejercicios con Tracto Vocal Semiocluido	27
3.5.1. Ejercicios con Tubos de Resonancia	29
3.5.1.1. Terapia de resistencia en el agua	31

4. Material y Método	34
4.1. Hipótesis	34
4.1.1. Hipótesis Nula	34
4.1.2. Hipótesis Alternativa	34
4.2. Objetivo General	35
4.3. Objetivos Específicos	35
4.4. Diseño de la Investigación	35
4.5. Población	36
4.6. Muestra	36
4.7. Criterios de Inclusión	36
4.8. Criterios de Exclusión	36
4.9. Variables	37
4.9.1. Variables Independientes	37
4.9.2. Variables Dependientes	37
4.10. Instrumentos Aplicados	38
4.11. Materiales	38
4.12. Procedimientos de Evaluación	39
4.13. Análisis Estadístico	41
5. Resultados	42
5.1. Presentación de los resultados	42
6. Discusión	47
7. Conclusiones	50
8. Referencias Bibliográficas	52
9. Anexos	56

## 1. RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar los efectos que producen diferentes tubos con el extremo libre en el aire y sumergidos en el agua, en las medidas aerodinámicas, electroglotográficas y acústicas en sujetos portadores de parálisis cordal. Para tal efecto, se evaluaron diez sujetos previamente diagnosticados, los cuales debieron fonar en una bombilla de plástico corta de 2,7 mm de diámetro interior y 10,7 de longitud, una bombilla de plástico larga de 5 mm de interior y 25,8 de longitud y un tubo de silicona de 55 cm de largo con 10 mm de diámetro interno, con el extremo libre en el aire y en el agua. Las señales aerodinámicas, acústicas y electroglotográficas fueron obtenidas simultáneamente durante la ejecución de cada prueba. En el análisis se consideraron variables como el cociente de contacto (CQ), por medio de un electroglotógrafo, frecuencia fundamental (F0), presión subglótica (Psub), presión oral (Poral) y presión transglótica (Ptrans).

Los resultados obtenidos en el análisis multivariado, indicaron diferencias significativas al comparar fonación en un tubo de plástico largo, corto y de silicona con extremo en el aire y un tubo de silicona sumergido en el agua a 3 y 10 cm., aumentando el cociente de contacto ( $P < 0,05$ ) y con esto el cierre glótico al ser comparado con la línea de base. Además se observaron valores más altos para la presión oral, subglótica y transglótica en comparación con la línea base. Asimismo, se evidenció una correlación positiva entre Poral y Psub y una diferencia significativa, en el análisis univariado, frente a los resultados obtenidos para la presión subglótica y transglótica en comparación con el cociente de contacto y la presión oral.

En conclusión, se observó que durante los ejercicios de tracto vocal semiocluido utilizados, las variables estudiadas CQ, Psub, Poral y Ptrans obtuvieron diferencias significativas comparadas con la línea de base, lo que muestra el efecto que tienen este tipo de ejercicios durante su realización. Sin embargo, fueron los ejercicios que utilizaron tubos de silicona sumergidos en el agua a 10 cm de profundidad, los que entregaron valores más altos

en todas las variables estudiadas. En particular, el aumento del CQ podría implicar un mejor cierre glótico, hecho que sería relevante en pacientes con parálisis unilateral de nervio laríngeo recurrente, dado que permitiría considerar este tipo de ejercicios como una herramienta importante en el tratamiento estos sujetos.

## ABSTRACT

The present study aimed to analyze the effects that different tubes, in air and submerged in water, produced in the aerodynamic, acoustic, and electroglottographic measures in subjects with vocal cord paralysis. Ten previously diagnosed subjects were evaluated. They phonated into a plastic short straw of 2.7 mm inner diameter and 10.7 length, a long plastic straw of 5 mm and 25,8 inner length and a silicone tube of 55 cm length with 10 mm internal diameter, with the free end in the air and water. The aerodynamic, acoustic and electroglottographic measures were obtained simultaneously during the execution of each test and the variables considered were: ratio of contact, measured using a electroglottograph, fundamental frequency, subglottic pressure ( $P_{sub}$ ), oral pressure ( $P_{oral}$ ) and transglottal pressure ( $P_{trans}$ ).

The results obtained by a multivariate analysis indicated a high significance when phonating in a long and short plastic silicon tube with its extreme in the air or submerged in water 3 or 10 cm., increasing the contact ratio ( $P < 0.05$ ) and with this, the glottal closure, when compared to the base line. Also higher values were observed in the oral, transglottal, and subglottic pressure compared to the baseline. Moreover there was a positive correlation between  $P_{oral}$  and  $P_{sub}$ . A significant difference was observed in the univariate analysis for  $P_{sub}$  and  $P_{trans}$ .

In conclusion, it was observed that during semi-occluded vocal tract exercises, the studied variables, CQ,  $P_{sub}$ ,  $P_{oral}$  y  $P_{trans}$ , obtained significant differences in the results, when compared to the base line, which demonstrates the effect of this type of exercises during its realization. However, exercises that included silicon tubes submerged in 10cm of water produced higher values, in all the studied variables. Especially the higher CQ levels could imply a better glottal closure, which is relevant in patients with unilateral vocal cord paralysis. This fact allows us to consider these types of exercises as an important tool in the treatment of these patients.

## 2. INTRODUCCIÓN

Dentro de la terapia fonoaudiológica de voz, el uso de ejercicios con tracto vocal semiocluido (TVSO), se ha ido masificando dado los beneficios que estos producen en la fonación, al favorecer el aumento de la resistencia al flujo de aire del tracto vocal y, con esto, lograr un equilibrio en el funcionamiento de las estructuras que participan en la fonación. Estos ejercicios se llevan a cabo realizando vibración labial, lingual, humming, consonantes fricativas labiales y utilizando tubos de resonancia con un extremo libre o sumergido en el agua a diferente profundidad. En el caso de este último tipo de ejercicios, son varias las investigaciones que han estudiado sus efectos en sujetos con voces normales y portadores de disfonías funcionales, obteniendo resultados que han permitido corroborar los efectos de dicho tratamiento.

Para la presente investigación, se plantea como objetivo general analizar los efectos que producen diferentes tubos en el aire y sumergidos en el agua, en las medidas aerodinámicas, acústicas y electroglotográficas en sujetos portadores de parálisis cordal. Los resultados obtenidos permiten determinar que, al llevar a cabo ejercicios con tracto vocal semiocluido el cociente de contacto, presión subglótica, presión oral y presión transglótica mejoran sus índices, favoreciendo la emisión. Esto, permite considerar este tipo de ejercicios, como una herramienta eficaz dentro de la rehabilitación vocal para este tipo de patología.

El Laboratorio de Investigación en Voz del Departamento de Fonoaudiología de la Universidad de Chile es el lugar donde se desarrolla el estudio, comenzando con la evaluación de los diez sujetos diagnosticados con parálisis cordal. Las variables consideradas al tomar las muestras fueron cinco: frecuencia fundamental, cociente de contacto, presión subglótica, presión transglótica y presión oral. Con la finalidad de obtener dicha información, se utilizan instrumentos especializados denominados electroglotógrafo y phonatory aerodynamic system (PAS). Dentro de los materiales considerados para llevar a cabo los ejercicios con TVSO se

encuentran las bombillas para beber, revolver y tubos de silicona. Con cada bombilla los sujetos tuvieron emiten el fonema /u/ y, en el caso de los tubos de silicona, se alterna un extremo en el aire y después sumergido en el agua, lo que permite obtener los datos para ser posteriormente analizados.

La primera parte de la presente tesis presenta el marco teórico donde se describe la parálisis cordal y el tratamiento clásico para abordarla, desde la perspectiva fonoaudiológica. Luego, se definen las medidas aerodinámicas de la fonación, se detalla en qué consiste la electroglotografía y la técnica de aplicación e interpretación de sus resultados. Posteriormente, se abordan las diferentes corrientes filosóficas de terapia vocal, profundizando en el tratamiento con ejercicios con tracto vocal semiocluído, específicamente frente al uso de tubos de resonancia y la terapia de resistencia en el agua.

La segunda parte incluye la metodología, describiendo el objetivo general y los objetivos específicos para luego pasar al planteamiento de las hipótesis y continuar con la descripción del método. En este apartado se detallan las variables, el diseño de la investigación, se describe la muestra al igual que los instrumentos, procedimientos aplicados y análisis estadístico. Finalmente, se presentan los resultados, junto a la discusión y conclusión, señalando los alcances y proyecciones obtenidas.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Parálisis cordal

La parálisis cordal es una supresión o disminución importante de la función motora de la laringe, debido al largo recorrido de los nervios laríngeos (Paparella, 1994), de modo que afecta el movimiento de los repliegues vocales, pudiendo quedar en posición mediana, paramediana, intermedia, abducción y máxima abducción (Fig.1).

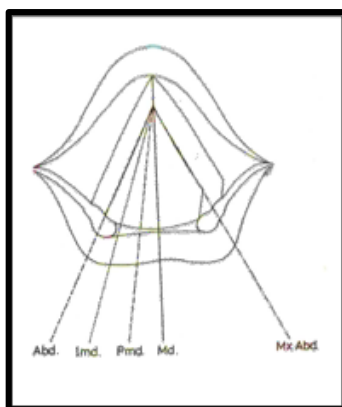


Figura 1: Posición Cuerda Vocal Paralizada (Cobeta, 2004)

Cobeta I. (2013), hace alusión a las parálisis laríngeas periféricas unilaterales y bilaterales en los adultos indicando que, en el caso de las primeras, se producen en un orden del 14% tras cirugía por tiroidectomía. Señala que en la parálisis recurrencial unilateral se afectan todos los músculos intrínsecos salvo el músculo cricotiroideo. En este caso, la cuerda paralizada suele quedar en situación paramedia, arqueada, acortada e infradesnivelada, con el aritenoides volcado hacia delante. La respiración no se altera, la voz tiene poca intensidad con tiempo de fonación muy acortado, componente aéreo muy marcado, frecuencia fundamental baja y diplofonía. Junto con lo anterior, inicialmente la posición de la cuerda vocal paralizada podría ser intermedia, presentando tos ineficaz y aspiración. La compensación se produce por

la medialización espontánea de la cuerda paralizada y por el sobrerrecorrido aductor de la hemilaringe sana, lo que mejora la competencia glótica y las características de la voz. En relación a la parálisis recurrencial bilateral puede tener origen bulbar o deberse a una afectación periférica bilateral, en general por cirugía de la glándula tiroides o por traumatismos, teniendo como síntoma principal la disnea, por lo general de carácter grave, lo cual requiere traqueotomía para poder respirar. (Cobeta, 2004)

La clasificación realizada por Behlau M. (2001) , incorpora a la parálisis de cuerda vocal dentro de los Trastornos Vocales Neurológicos y específicamente en la subclasificación de Disfonía Flácida. En ese sentido, hace alusión a la lesión producida en X par craneano, el cual se puede ver afectado en cualquier lugar de su trayecto dañando así el nervio faríngeo, el nervio laríngeo superior o nervio laríngeo inferior (recurrente).

En relación al tratamiento, Farias P. (2007) propone llevar a cabo ejercicios de relajación segmentaria para trabajar la musculatura del cuello y así aumentar la tonicidad de la musculatura infra y suprahióidea, a fin de facilitar la acción de los músculos intrínsecos de la laringe. Propone realizar movimientos de manipulación laringea con el objetivo de desplazar el pliegue vocal de su posición media hacia un costado, generando emisiones sostenidas o bien agregando movimientos de cabeza para lograr un mayor cierre. Menciona la utilización de vocalizaciones en falsetto, dado que es un elemento facilitador para la aproximación de los pliegues vocales y la generación de mayor tensión del pliegue vocal paralizado. A su vez, hace alusión a la realización de ejercicios utilizando técnicas de empuje los cuales, a pesar de ser muy utilizados dentro de la clínica fonoaudiológica, no los incluye como parte de la terapia convencional, dado que suelen fatigar al paciente.

Es posible la utilización de tratamiento quirúrgico cuando no hay restablecimiento de la función vocal con entrenamiento fonoaudiológico. De este modo, es posible aumentar la masa del pliegue vocal paralizado con inyección de sustancias como teflón, colágeno, grasa, etc. y

así lograr un contacto con el pliegue vocal sano o bien generar la medialización por medio de una Tiroplastía donde se introduce una prótesis que empujará el músculo tiroaritenóideo hacia línea media.

### **3.2 Medidas aerodinámicas de la fonación**

Las medidas aerodinámicas de la fonación permiten obtener importantes resultados sobre la función vocal, ya que informan sobre la etiopatogenia, orientan sobre posibles modalidades de tratamiento y entregan información relevante sobre los avances en la terapia, entre otros. En este tipo de valoración se debe tener presente que uno de los componentes más importantes es el aire, dado que la fonación se produce en gran parte gracias a éste.

Dentro de los principales parámetros encontramos el tiempo máximo de fonación (TMF), tiempo máximo de espiración (TME) e Índice s/z, los cuales son evaluados obteniendo el promedio frente a una emisión sostenida. Además, existen medidas que presentan un mayor grado de objetividad tales como presión subglótica, flujo transglótico y resistencia glótica, cuya medición se realiza a través de instrumental especializado.

A continuación se describirán en detalle sólo las medidas aerodinámicas de la fonación utilizadas en la fase experimental de la presente investigación.

#### **3.2.1 Presión Subglótica**

La presión, en términos físicos, es definida como la fuerza por unidad de área, actuando perpendicularmente en esta última. En el caso de la fonación, la presión subglótica

(medida en cm de H<sub>2</sub>O) actúa como una fuerza debajo de los pliegues vocales, que sube hasta superar la resistencia que éstos oponen al estar en aducción, dando comienzo así a la oscilación (Titze, 2000). También se define como la energía disponible para la creación de la señal acústica de la voz la cual, en sujetos normales, debe fluctuar entre los 5 y 10 cm de H<sub>2</sub>O para lograr una fonación a intensidad conversacional. (Stemple, 2014; Behrman, 2013; Hixon 2008)

Según Cobeta (2013), representa la energía que crea la señal acústica que es percibida como voz, y señala que la presión, la resistencia y el flujo de aire tienen una importante función en su producción. Por ello, las medidas aerodinámicas de la fonación permiten entender o interpretar la estructura, la configuración y la oscilación de los pliegues vocales, además de reconocer una función vocal normal o alterada.

La voz empieza a producirse cuando hay una presión subglótica mínima proveniente de los pulmones, la cual se encuentra con la resistencia de los pliegues vocales al contactar en la línea media. Esta interacción activa la vibración generándose la energía acústica, por lo tanto el volumen, la presión del aire, la resistencia y el flujo desempeñan un papel muy importante en la producción de la voz.

Una medida derivada de la presión subglótica es la presión umbral de fonación, que es la presión subglótica mínima necesaria para que los pliegues vocales entren en vibración. (Cobeta, 2013) . Según Guzmán (2016), permite predecir la estructura y capacidad vibratoria de los pliegues vocales, de modo que si su valor es bajo (entre 3 y 5 cm H<sub>2</sub>O), se debe a una amplitud prefonatoria pequeña, baja viscosidad de los pliegues vocales, bordes vibratorios flexibles y relajados, mínima amortiguación y baja velocidad de la onda mucosa. Si este valor está aumentado (sobre 6 cm de H<sub>2</sub>O), sería indicado de alteración funcional u orgánica de los pliegues vocales, en este caso, se requerirá mayor cantidad de presión subglótica en comparación a personas sin alteración.

Una alteración de la presión subglótica puede encontrarse en patologías que presenten hiperfunción, rigidez de cuerda vocal o cierre glótico incompleto, dada la cantidad de presión requerida para dar inicio a la fonación.

Es importante destacar otras medidas de presión como la presión intraoral que equivale a la presión supraglótica o presión oral (Poral), por lo tanto, si se mantiene la glotis abierta y el resto del tracto vocal junto a los labios completamente cerrados, al igual que el velo del paladar, la presión registrada en la vía aérea es exactamente la misma en todo su recorrido. En este sentido, se debe evitar el estrechamiento que el tracto vocal pueda producir por la base de la lengua, el paladar y la glotis, de tal forma que es posible registrarla cuando se genera una consonante bilabial sorda como la /p/. (Cobeta, 2013)

### **3.2.2 Flujo Transglótico**

La medida de flujo de aire, se divide en dos parámetros: el volumen de flujo y el promedio de velocidad de flujo. El primero, es la cantidad total de aire utilizado durante una tarea de habla y es medido en litros (lt) o mililitros (ml). Cuando el volumen es medido durante la producción de una fonación sostenida al máximo de tiempo posible, es llamado volumen fonatorio. Para medir dicho volumen, el sujeto debe inspirar lo más profundo posible y luego sostener una vocal lo más estable que pueda. En adultos, el volumen fonatorio normal es de 1500 - 4000 ml, dependiendo del género y talla del paciente (Stemple, 2014; Colton, Casper y Leonard, 2005). Este parámetro permite estimar la capacidad de suministro de aire para la voz y el habla.

El segundo parámetro es el promedio de la velocidad de flujo, el cual es definido como la velocidad con que el aire pasa entre los pliegues vocales durante la fonación y es medido en litros por segundo (l/seg) o mililitros por segundo (ml/seg). Su promedio puede ser definido

como el volumen de flujo en litros dividido por el tiempo máximo de fonación en segundos. El promedio normal para este parámetro se encuentra entre 80 y 200 ml/seg. (Stemple, 2014; Colton, Casper y Leonard, 2005). Considerando aspectos fisiológicos y de rehabilitación vocal, el promedio de velocidad de flujo tiene mayor importancia que el volumen de flujo ya que el primero está íntimamente ligado con las características de válvula de la laringe, y por lo tanto con el grado de aducción de los pliegues vocales.

Una disminución del flujo transglótico se observa en sujetos con disfonías hiperfuncionales a diferencia de los portadores de parálisis de cuerda vocal en los cuales hay aumento en dicho parámetro dada la imposibilidad de generar un cierre glótico.

### **3.2.3 Resistencia Glótica**

La interacción del mecanismo valvular de la laringe y el flujo aéreo pulmonar es decisivo en el mantenimiento de la fonación durante periodos prolongados que permitan hablar sin interrupciones. Una laringe que no cierre con la suficiente firmeza sus pliegues vocales, dejará un hiato por donde se perderá cierta cantidad de aire, lo que dará lugar a un acortamiento de la fonación. (Cobeta, 2013)

La resistencia glótica es una medida derivada que combina las medidas de presión subglótica y de velocidad de flujo transglótico de modo que no puede ser medida directamente, sino que se calcula dividiendo la presión subglótica por el promedio de velocidad de flujo (Stemple, 2014). Es así como, permite conocer la dinámica del aire proveniente de los pulmones a su paso por todo el tracto vocal, y el modo en que los diferentes tejidos y estructuras anatómicas ofrecen resistencia a su paso durante el proceso de la fonación.

Esta medida sirve como una estimación de la función de válvula de la laringe. Aun cuando la resistencia laríngea varía dependiendo de la etapa del ciclo vibratorio de los pliegues vocales (mayor resistencia en la fase cerrada que en la fase abierta), este parámetro generalmente se refiere al promedio de resistencia a lo largo de varios ciclos (tendencia general de la voz de una persona). (Guzmán 2016)

En el caso de patologías laríngeas como las disfonías músculo tensionales, la resistencia glótica se ve aumentada dado el aumento de la contracción laringea al momento de fonar, lo que conlleva a su vez una variación de todos los parámetros mencionados anteriormente, es decir un cambio en la presión subglótica y el flujo transglótico. En el caso de la parálisis cordal, clínicamente es posible observar que las medidas aerodinámicas de la fonación sufren un aumento del flujo debido a la disminución del grado de aducción de los pliegues vocales. La presión subglótica normalmente disminuye en estos pacientes y en algunos casos ocurre un aumento dada la compensación respiratoria.

### **3.3 Electroglotografía**

La electroglotografía (EGG) es un procedimiento simple y no invasivo utilizado en la clínica fonoaudiológica para obtener información cuantitativa y cualitativa sobre el contacto de los pliegues vocales al momento de fonar. La recopilación de datos es posible obtenerla gracias al uso de electrodos y un sistema computacional que recoge la información proveniente desde la laringe y la transforma en gráficas posibles de analizar y estudiar. (Cobeta, 2013)

El registro obtenido por la EGG se hace posible debido a los cambios de voltaje que recogen los electrodos al momento de generarse la vibración de los pliegues vocales. Para entender este funcionamiento es importante considerar que los tejidos favorecen la conducción eléctrica, no así el aire, el cual funciona como aislante, de este modo habrá mayor transmisión eléctrica de un electrodo a otro cuando los pliegues vocales se encuentren en aducción y variará dicha transmisión cuando se encuentren en abducción dado el aumento de la resistencia eléctrica del sistema.

### 3.3.1 Técnica de Aplicación

Para llevar a cabo este procedimiento se requiere de dos electrodos colocados en el cuello, directamente en las láminas del cartílago tiroides y sujetos por una banda de velcro que se adapta a cada persona. Iniciada la evaluación, comienza la transmisión de una corriente eléctrica que atraviesa el cuello pasando de un electrodo a otro (figura 2). Posteriormente, se le solicita a la persona que lleve a cabo una emisión la cual es procesada y analizada por un equipo especializado.

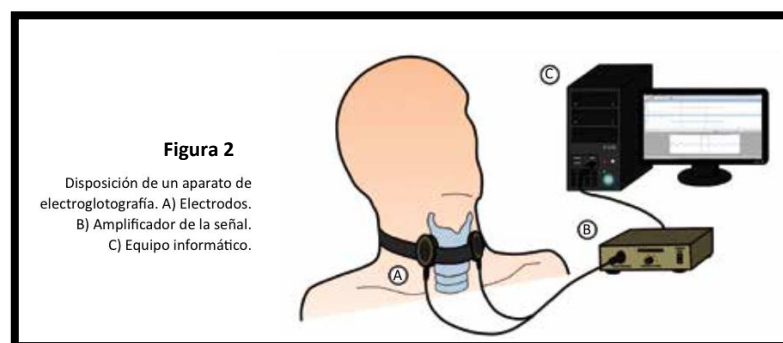


Figura 2 (Cobeta, 2013)

### 3.3.2 Interpretación de Resultados

Al analizar los resultados electroglotográficos, es necesario dividir la onda obtenida a fin de poder interpretarlos. De esta manera, el pico de la onda dará cuenta del máximo contacto entre los pliegues vocales al ocurrir mayor conducción eléctrica, es decir menor resistencia. Por el contrario, el valle representará la abducción de los pliegues vocales al generar mayor impedancia frente a la conducción eléctrica. (figura 3) (Cobeta, 2013)

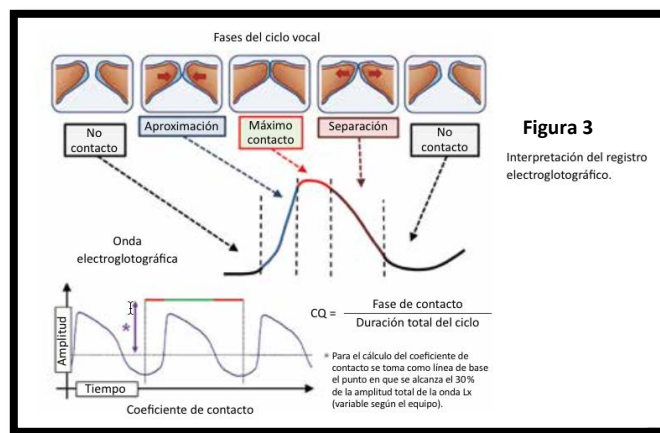


Figura 3 (Cobeta, 2013)

Behlau (2001), señala que la onda electroglotográfica se puede analizar en varios puntos de su recorrido, describiendo segmentos, puntos e intervalos que poseen características particulares descritos a continuación:

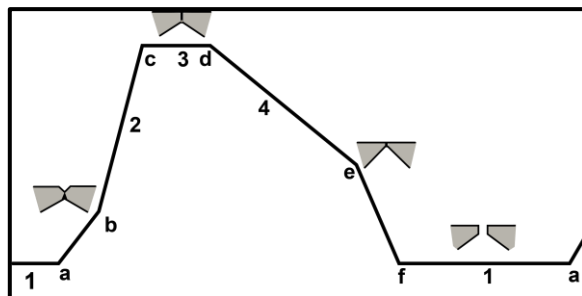


Figura 4: Puntos de la onda Electroglotográfica (Behlau, 2011)

- Segmento 1 : Mínimo contacto de las cuerdas vocales, es decir en abducción.
- Punto a : Interrupción brusca del segmento 1, indicando el rápido aumento del área de contacto señalado por el segmento 2.
- Intervalo a – b : Continúa la aproximación del margen inferior de las cuerda vocales.
- Punto b : Margen superior de las cuerdas vocales comienzan su contacto inicial.
- Intervalo b – c : La aproximación del borde superior cubre en sentido anteroposterior y el cierre glótico es alcanzado en este intervalo.
- Punto c : Máximo contacto de las cuerdas vocales, término de la fase de cierre.
- Intervalo c – d : Máxima área de contacto de superficie.
- Punto d : Inicio de separación del margen inferior, es decir inicio brusco de la fase de abducción, con progresiva disminución del área de contacto de las cuerdas vocales señalado por el segmento 4, siendo menos abrupta que el segmento 2.
- Segmento 3 : Extensión de la fase de cierre.
- Intervalo d – e : Continúa la separación gradual del margen inferior del borde libre de las cuerdas vocales.
- Punto e : Completa separación del margen inferior y el margen superior comienza su separación en dirección póstero-anterior.
- Punto f : Mínimo contacto de las cuerdas vocales es decir glotis en aducción.

Junto con los diferentes segmentos posibles de analizar en la onda electroglotográfica, hay diversos parámetros cuantitativos y cualitativos posibles de obtener con este tipo de procedimiento, entre los más utilizados encontramos:

### 3.3.3 Parámetros Cuantitativos

- Cociente de contacto (CQ): relación entre el tiempo que los pliegues vocales están en contacto y el tiempo total del ciclo vibratorio. Es también llamado, algunas veces como cociente de cierre, sin embargo, el pico de la onda electroglotográfica, así como también el cociente de contacto, no necesariamente representa cierre de la glotis, sino

que el máximo contacto relativo de los pliegues vocales. Es posible asumir que en una laringe normal, el pico sí representa un cierre glotal completo. (Behrman, 2013: Behlau, 2001)

- Cociente de apertura : relación entre la fase abierta de la vibración de los pliegues vocales y la duración del ciclo vibratorio completo. (Behrman, 2013: Behlau, 2001)
- Cociente de velocidad: relación entre la duración de la fase de apertura y la duración de la fase de cierre. (Behrman, 2013: Behlau, 2001)

### 3.3.4 Parámetros Cualitativos

- Amplitud de la onda: amplitud máxima calculada desde el punto de máximo contacto al punto de mínimo contacto. Indica de forma indirecta el área de contacto de los pliegues vocales.
- Simetría de la onda: simetría entre la fase de cierre y la fase de apertura.
- Estabilidad de amplitud y periodo: variaciones de la amplitud y periodo.
- Duración de la fase de contacto: tiempo que dura la fase de contacto.
- Duración de la fase de abierta: tiempo que dura la fase abierta.

Dentro de la aplicación clínica de la EGG se ha demostrado que existen variaciones en la forma de la onda causadas por diversas patologías que afectan directamente el funcionamiento de los pliegues vocales, específicamente su borde libre. De esta manera, es posible encontrar registros con irregularidad en sus trazados o bien con disminución de la superficie de contacto (figura 5) (Cobeta, 2013). A su vez, y considerando la relevancia que tiene para el presente estudio, cabe destacar que el cociente de contacto en pacientes portadores de parálisis cordal se encuentra disminuido dada la imposibilidad de los pliegues vocales de poder llegar a línea

media al momento de realizar alguna tarea fonatoria, lo que estaría afectando directamente la aducción de ellas y por ende esta variable.

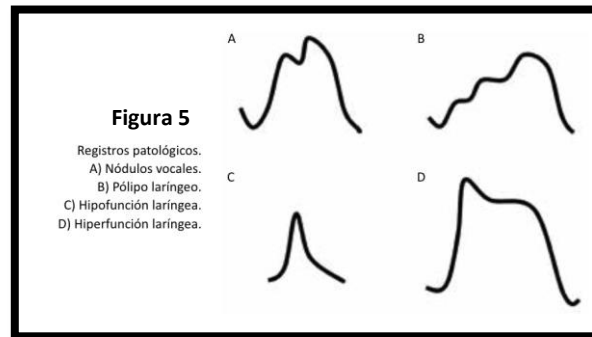


Figura 5: (Cobeta, 2013)

Finalmente, se destaca la importancia de la EGG para el estudio de la voz, como una herramienta complementaria a la evaluación y terapia fonoaudiológica, dada la relevante información que proporciona, junto con ser un procedimiento no invasivo y de rápida aplicación.

### **3.4 Lineamientos filosóficos de la terapia vocal**

El tratamiento fonoaudiológico de la voz busca facilitar la comunicación oral de las personas, principalmente en aquellos aspectos sociales y/o profesionales en los cuales estos se desenvuelven. De este modo, es necesario tener en cuenta la realización de una serie de evaluaciones que permitan otorgar un diagnóstico preciso, a fin de desarrollar un plan de tratamiento detallado que logre solucionar las dificultades presentadas por el paciente, permitiéndole así un correcto desempeño en su medio, con las demandas que este le exige y sin alterar su voz.

Behlau & Pontes (1995) presentan una reseña histórica sobre el desarrollo terapéutico de los trastornos de la voz, donde se destaca la contribución realizada por Boone (1991) al rechazar la dicotomía orgánico versus funcional, declarando que no es posible separar las técnicas terapéuticas dado que dicha clasificación se refiere solamente a las bases que producen la disfonía. Por lo tanto, la terapia debe ser aplicada directamente al comportamiento de la voz, siendo el objetivo ayudar al paciente, por medio de técnicas facilitadoras destinadas a alcanzar una óptima calidad vocal. Moore (1971) hace referencia al lineamiento filosófico de intervención, refiriéndose principalmente a la corriente psicológica, ambiental y restauradora. Respecto a la primera, indica que se hace necesario considerar la actitud del paciente en relación a su disfonía; en la segunda afirma que la comunicación se lleva a cabo en diferentes situaciones, por lo tanto, se deben considerar mecanismos terapéuticos diversos y acordes a cada requerimiento vocal en particular. Finalmente, la corriente restauradora, es utilizada post cirugía frente a una disfonía orgánica, buscando una producción vocal que permita la recuperación de las estructuras frente a una voz que aún no ha sido restaurada. En el año 1980 se comenzó a desarrollar con mayor profundidad el lineamiento fisiológico, donde Moore (1971) ya había realizado sus primeros acercamientos, indicando que una terapia vocal se debe basar en aspectos físicos y fisiológicos relacionado con el aparato fonador normal y anormal.

Stemple (2000) reflexiona en mayor profundidad sobre las tendencias filosóficas, estableciendo imprescindible el conocimiento, por parte del terapeuta vocal, sobre aspectos fisiológicos, fisiopatológicos, etiológicos, acústicos y aerodinámicos de la voz. En este sentido, realiza una división que considera las tendencias Etiológica, Sintomatológica, Psicológica, Fisiológica y Ecléctica. Estas tendencias terapéuticas serán descritas a continuación, haciendo un énfasis en la Tendencia Terapéutica Fisiológica por ser esta la utilizada en la presente investigación.

### **3.4.1 Terapia Vocal Sintomatológica**

Adquirió fuerza hacia el año 1971, cuando Bonne escribió “*The Voice and Voice Therapy*”, basando la terapia en la creencia de que la modificación y corrección de los síntomas vocales, respiratorios y resonanciales podrían llevar hacia una mejora de la condición vocal (Thomas & Stemple, 2007). En dicho documento, el autor propone veinte métodos facilitadores capaces de modificar los síntomas vocales, entre los cuales se encuentran la técnica de Bostezo-Suspiro donde se debe realizar una inspiración profunda e imitar un bostezo con la lengua baja y hacia adelante al mismo tiempo que se sonoriza una vocal /a/. Asimismo, menciona la técnica Masticatoria que debe ejecutarse con movimientos amplios de labios, mandíbula, lengua y mejillas emitiendo una gran variedad de sonidos. Finalmente, la técnica de Empuje, la cual se debe emitir con sílabas oclusivas sonoras, acompañadas de levantamiento de peso y vocales sostenidas con las manos entrelazadas, empujando las palmas entre sí.

Posteriormente, Stemple (2000) señala que la Terapia Sintomatológica se basa en la premisa de que muchos de los desórdenes de la voz son causados por el mal uso o abuso de sus componentes, incluyendo la respiración, fonación, resonancia, tono, intensidad y rango vocal. De este modo, el trabajo debe ir dirigido a modificar los síntomas que afectan la producción vocal y que son identificados durante la evaluación, dentro de los cuales se

incluyen: hablar con tonos agudos o graves, con voces suaves o fuertes, con fonación soplada, con ataque vocal duro y vocal fry.

Mara Behlau (2005), menciona que las ventajas de esta terapia puede ofrecer resultados vocales inmediatos dada la modificación directa de los síntomas. Lo anterior, debido a que el paciente es motivado al estar trabajando directamente con su voz, comprobando rápidamente el efecto de la manipulación de sus parámetros vocales.

Es importante no confundir este tipo de terapia con el trabajo fisiológico o terapia fisiológica debido a que, al trabajar los síntomas (inicio vocal duro, respiración inadecuada, mala colocación, tono medio hablado agudo, entre otros.) no se está abordando los aspectos fisiológicos subyacentes a la producción de la voz, sino que se están abordando parámetros audibles, palpables y visible alterados de la voz, en otras palabras, los síntomas. (Guzmán, 2011).

### **3.4.2 Terapia Vocal Psicogénica**

La terapia psicogénica, iniciada por Aronson (1990), se relaciona con la identificación y modificación de los disturbios emocionales y psicosociales asociados al inicio y mantención del problema dado que, siempre es posible encontrar causas emocionales subyacentes y por lo tanto, se hace necesario determinar la dinámica del problema (Stemple, 2000).

Bajo esta perspectiva, el comprender la historia emocional de una disfonía puede propiciar puntos de vista sobre el comportamiento emocional del individuo (Behlau, 2005), de modo que si logra ser eliminado, el problema vocal debería desaparecer.

### **3.4.3 Terapia Vocal Etiológica**

La terapia vocal etiológica se centra en la eliminación de las causas del disturbo, para lo cual es esencial la identificación, modificación y eliminación de los aspectos que originaron la disfonía, junto a sus factores relacionados (Stemple, 2000).

De acuerdo esta tendencia, una vez eliminada la causa de la disfonía, la posibilidad de recidiva es prácticamente inexistente. El paciente se siente cómodo porque vivencia en su tratamiento la eliminación de la génesis del disturbo (Behlau, 2005). Sin embargo, en muchas ocasiones al eliminar la causa, la disfonía persiste debido a la permanencia de patrones inadecuados.

### **3.4.4 Terapia Vocal Ecléctica**

Dentro de la terapia ecléctica, descrita por Stemple (2000), pueden ser utilizadas las técnicas empleadas en todas las orientaciones de terapia vocal, considerando la patología y la individualidad de cada paciente en relación a la causa de la alteración, la personalidad y todas aquellas características que hacen particular cada caso.

Esta tendencia es una alternativa que permite al terapeuta tener un mayor número de recursos para efectuar el tratamiento y por ende, mayores oportunidades de rehabilitación. En este mismo sentido, ayuda a una mejor comprensión de la disfonía dada la variedad de estrategias terapéuticas (Behlau, 2005).

Cabe destacar, la experiencia que debe tener el profesional que utiliza esta tendencia, dado que, de no tener un conocimiento específico de las técnicas a utilizar, se puede producir una desorientación al momento de llevar a cabo el tratamiento, tanto para el paciente como para el mismo terapeuta. Asimismo, es posible llegar a utilizar un número excesivo de ejercicios que sólo contribuirán a saturar al paciente, no llegando al resultado esperado y en un tiempo de sesiones más extenso a lo realmente requerido.

### **3.4.5 Terapia Vocal Fisiológica**

La Terapia Fisiológica tiene como objetivo modificar el mecanismo que produce la voz e incluye tres componentes: (1) Mejorar el balance entre los sistemas primarios implicados en la producción de la voz, es decir, sistema respiratorio, fonatorio y resonancial, (2) Mejorar la fuerza, balance, tono, resistencia de la musculatura laríngea y (3) Desarrollar una cubierta sana de los repliegues vocales (Thomas & Stemple, 2007).

Guzmán (2011), plantea que esta terapia busca el mejoramiento de la interacción entre la mecánica respiratoria, la fuerza muscular laríngea, el control de la resistencia y las modificaciones supraglóticas, es decir, un balance de los tres subsistemas involucrados en la producción de la voz en forma paralela. De este modo, es posible establecer el gran aporte que entrega, dado que busca un equilibrio entre los sistemas que participan en la producción vocal, de forma simultánea, no limitándose a trabajar en la solución de síntomas de manera aislada, como lo plantea la terapia sintomatológica, sino más bien hace una integración, buscando el balance adecuado para mejorar la producción vocal.

Según Behlau (2005), los hallazgos fonatorios y fisiológicos encontrados bajo esta tendencia terapéutica, pueden contribuir enormemente en la solución rápida de muchas disfonías. El monitoreo visual de la dinámica laríngea y de la acústica vocal permite la

identificación y contribución de la fuente (laringe) y los filtros (sistema de resonancia) en la producción vocal.

Existen una gran variedad de programas terapéuticos, ligados a esta tendencia terapéutica, entre los que se encuentran la terapia de la voz resonante, vocal function exercises, el método del acento y la terapia vocal Lee Silverman. Cada uno de ellos, incorpora dentro de su ejecución, ejercicios con Tracto Vocal Semi Ocluido (TVSO) algunos de los cuales han sido seleccionados para el desarrollo de esta investigación.

La Terapia de la Voz Resonante, fue adaptada por Verdolini-Marston (1995) para la clínica fonoaudiológica, consiste en la utilización de sonidos nasales denominados “humming”. Luego de adquirir la sensación de resonancia, debe ser aplicada a los diferentes contextos. Fisiológicamente, durante la ejecución de esta técnica los pliegues vocales tienden a permanecer levemente separados, disminuyendo el impacto durante el cierre glótico (Behlau, 2005).

Benninger, Holcomb & Johnson (1994), señalaron que, Vocal Function Exercises (VFE), fue descrito por Briess (1957) detallando ejercicios dirigidos a fortalecer los músculos intrínsecos de la laringe. Actualmente, este método ha sido adaptado por Stemple (1994) con la finalidad de restablecer y aumentar la eficiencia fonatoria. VFE ha sido diseñada para el trabajo con grupos musculares específicos por medio de ejercicios que deben ser ejecutados diariamente en dos sesiones de trabajo.

El Método del Acento, denominado *Accent Method*, desarrollado por Smith y Thyme (1976), enfatiza una producción vocal con uso de movimientos respiratorios que alternan movimientos respiratorios de contracción y relajamiento, manteniendo sin tensión la laringe.

Con la aplicación de este tipo de ejercicios, se favorece un cierre rápido y completo de los repliegues vocales, mejorando la producción de armónicos en la voz (Behlau, 2005).

La Terapia Vocal Lee Silverman, fue creado por Lorraine Ramig en el año 1994, con la finalidad de mejorar las características perceptivas de la voz en personas portadoras de parkinson. Esto se logra mediante de realización de ejercicios que estimulan el esfuerzo fonatorio, que permiten una mayor aducción de las cuerdas vocales y soporte respiratorio. Del mismo modo, busca aumentar la intensidad de la voz para aliviar el efecto de la hipocinesia en el aparato respiratorio y fonatorio de los pacientes que padecen dicha enfermedad (A El Sharkawi y cols, 2002)

### 3.5 Ejercicios con tracto vocal semiocluido

Los ejercicios con Tracto Vocal Semiocluido (TVSO), muy utilizados en la actualidad, son considerados dentro de la terapia con enfoque fisiológico dado que buscan generar un cambio en la vibración de los pliegues vocales, patrón resonancial y patrón respiratorio a través de diversas configuraciones del tracto vocal. Para lograr esto, se incluye la realización de vibración labial, vibración lingual, humming, fricativos bilabiales, fonación mediante la utilización de tubos con diversos diámetros y sumergidos en agua. Esto favorece el aumento de la interacción fuente-filtro, la oscilación de pliegues vocales levemente abducidos, minimiza la colisión entre los pliegues vocales, otorga una voz más eficiente y económica, promueve elevadas presiones en el tracto vocal permitiendo aumentar la sensación de vibración interna (vibración de tejidos de estructuras faciales), incrementa la percepción de menor resistencia en el pasaje del sonido por el tracto vocal y elimina los quiebres de registro (Ceconello, 2009).

**Ejercicios con Vibración Labial:** Consisten en dejar salir el aire a través de los labios mientras estos se mantienen cerrados de forma relajada, de modo que al pasar el aire a través de ellos comiencen a vibrar. Se puede realizar con emisiones áfonas y luego sonoras, comenzando con una intensidad y tono cómodo para el paciente. (Farías, 2011)

**Ejercicios con Vibración Lingual:** La realización de este ejercicio consiste en emitir el fonema /rr/, procurando que la lengua no genere una tensión excesiva al momento de ejecutarlo. Al igual que el ejercicio anterior, se puede iniciar sin sonido y luego ir agregando emisiones sonoras considerando una intensidad y tono cómodo para el paciente para luego ir realizando variaciones que permitan la ejecución de glisandos ascendentes y descendentes, dependiendo de cada caso. (Farías, 2011)

**Humming:** Este ejercicio consiste en realizar movimientos masticatorios amplios que deben ser acompañados con un sonido similar a una /m/, en un tono cómodo. Posteriormente, de debe acompañar con palabras, frases y se llegará a la conversación, disminuyendo la amplitud de la masticación. Es importante no perder el foco resonancial que esta ejecución genera. (Farías, 2011)

**Ejercicios con Fricativos Bilabiales:** Se realizan emisiones con fonema /b/ en un tono e intensidad cómodo para luego realizar variaciones del ejercicio al incluir escalas ascendentes, descendentes. (Farías, 2011)

**Ejercicios con Tubos de Resonancia:** Este tipo de ejercicios se lleva a cabo con tubos de distinta longitud y diámetro, lo cual da la posibilidad de recurrir a diversas variaciones en su ejecución. En el apartado siguiente se desarrollará mas ampliamente este tema, dada la relevancia para el presente estudio.

### 3.5.1 Ejercicios con tubos

En la actualidad, la realización de ejercicios con tubos, son muy utilizados por los fonoaudiólogos dentro del tratamiento, lo anterior debido a que diversas investigaciones han permitido demostrar una mejoría en la calidad de voz de los sujetos estudiados, al aplicar este tipo de terapia.

Diversos tipos de tubos son utilizados para llevar a cabo los ejercicios vocales, sin embargo el tubo tradicional es un tubo de vidrio finlandés denominado “tubo de resonancia” de 26 a 28 cm de longitud y 8 – 9 mm de diámetro interior (Guzmán, 2013). Su utilización se puede realizar dejando libre el extremo distal del tubo o bien sumergiéndolo en agua a distintas profundidades, manteniendo el otro extremo dentro de la boca, produciendo de manera artificial un alargamiento del tracto vocal.

Un estudio realizado con profesores disfónicos, donde se aplicó una secuencia de cuatro tareas fonatorias en tubos, demostró mejorías en los parámetros acústicos y a nivel de percepción subjetiva de mejoría y facilidad en la producción de la voz, posterior a la terapia, lo cual se explicaría por el cambio de patrón vibratorio de los pliegues vocales dada la mayor interacción fuente-filtro dada por los tubos de resonancia (Guzmán, 2012).

Guzmán (2012), llevo a cabo una investigación con un estudiante de canto donde se demostró el efecto terapéutico de los ejercicios con TVSO utilizando tubos de resonancia, junto a un plan de eliminación del carraspeo y un programa de hidratación. Los resultados indicaron que hubo eliminación de la fatiga vocal, disminución de la dificultad para producir voz en los extremos de la tesitura, disminución de la mucosidad laringe y de la necesidad de aclarar la voz.

Guzmán & cols. (2013) demostraron que al fonar, ya sea en un tubo o una bombilla, ambos con longitud y diámetro interno diferentes, hubo un mejor cierre velar, descenso laríngeo y ensanchamiento de la hipofaringe. De este modo, aumentó la eficiencia vocal y la economía, dada la impedancia producida en el tracto vocal.

Simberg & cols (2007), en un estudio realizado con tubos de resonancia, como método utilizado dentro de la terapia vocal, citan una investigación realizada por Laukkanen en el año 1992, donde se señala que la fonación en este tipo de tubos, mejoró la función vocal específicamente para las frecuencias medias dentro de la gama de los sonidos del habla. En este sentido, se indicó que la razón de esta mejoría podría deberse a que los sujetos encontraron una fonación con mejor equilibrio fonatorio en el tubo y/o una realimentación acústica-mecánica favorable en la interacción fuente - filtro.

Dentro de los beneficios que conlleva el uso de tubos de resonancia, se encuentra el cambio en el valor del cociente de contacto. Un estudio realizado con voces entrenadas y no entrenadas, mostró aumento en los valores del CQ durante la fonación en tubos, independiente de la instrucción entregada y del grado de preparación vocal presentada por los sujetos (Gaskill & Quinney (2011).

Titze & cols. (2002), utilizando tubos de resonancia, reportaron que al llevar a cabo diversos ejercicios con tubos, se produjo un aumento de la presión supraglótica y, como consecuencia una elevación de la presión intraglótica. Menciona que al haber una mayor constricción del tracto vocal o si el tubo utilizado es estrecho y largo, se produce un aumento de la presión intraglótica que tiende a separar los pliegues vocales si no es compensado con el aumento de la presión subglótica y la aducción, lo que produciría un CQ mas pequeño. Concluyeron además, que la realización de una semioclusión del tracto vocal, específicamente a nivel de los labios, aumentan la presiones supra e intraglóticas produciendo una voz mas eficiente y económica, evitando un alto impacto de los pliegues vocales (Titze, 2006).

Otra investigación llevada por Titze & Cols (2002), demostró que el uso de tubos de resonancia generan modificaciones en el tracto vocal, específicamente frente a la elevación del velo del paladar. En este sentido, la utilización de tubos estrechos al aire o sumergidos en el agua permiten alargar el tracto vocal de manera artificial, favoreciendo la resonancia.

La utilización de tubos también ha sido estudiada para observar el comportamiento de la voz a través de análisis espectral. Guzmán & Cols (2013), compararon la distribución de energía espectral en una vocal sostenida después de la fonación en tubos y ejercicios que utilizaban semioclusiones del tracto vocal. Se demostró que todos los resultados, después de la fonación en tubos, fueron representativos de una mejor calidad de voz.

#### **3.5.5.1 Terapia de resistencia en el agua**

Al hablar de terapia de resistencia en el agua, primero es necesario explicar que la resistencia es el impedimento al flujo, en este caso, al aire proveniente de la subglotis. En un potencial dado (diferencia de presión), cuando existe una alta resistencia se produce una disminución del flujo. Por lo tanto, el flujo es inversamente proporcional a la resistencia y proporcional al potencial (Baken & Orlikoff, 2000). La resistencia es mayor cuando una constricción en el tracto vocal es más estrecho. Tubos largos y estrechos ofrecen más resistencia al flujo de aire que los más cortos y más anchos, debido a las pérdidas por fricción (Titze & Cols, 2002; Amarante & Cols, 2015). Por otra parte, cuando un tubo se sumerge en agua, se añade una resistencia adicional debido a la presión hidrostática, que es dependiente de la profundidad de inmersión y también en el ángulo de inmersión en agua (Amarante & Cols, 2015; Horáček & Cols, 2014).

Simberg & Anneli (2007), señalan que este tipo de ejercicios se puede utilizar en sujetos con voz hiper o hipofuncional, voz ventricular, laringitis crónica y nódulos vocales. Proponen utilizarlo en el caso de parálisis cordal sumerjiendo la bombilla a 12 cm de

profundidad y en cortos tiempos generando una sensación de relajación a nivel cordal. Los autores explican que es importante llevar a cabo el ejercicio de la manera correcta, debido a que pueden surgir complicaciones si la resistencia del tracto vocal es excesiva al utilizar un tubo muy estrecho, muy largo o con mucha profundidad en el agua, lo que podría generar demasiado esfuerzo en el paciente.

Otro estudio realizado (Amarante & Cols, 2015), utilizando tubos con resistencia en el agua, mostró que la presión mínima necesaria para generar la fonación, está determinada por la profundidad del agua, es decir que una vez que la presión supera la correspondiente a la profundidad del agua, se produce un aumento de flujo influyendo directamente en un aumento de la presión intraoral.

De acuerdo a los resultados descritos por Horáček & Cols (2014), al evaluar a una mujer entrenada en voz hablada, la presión oral (Poral) aumentó al fonar en un tubo de resonancia de distinta longitud, más cuando se encontraba sumergido a 10 cm de agua. Durante la emisión, la Poral aumentó cerca de cuatro veces durante una fonación cómoda habitual y cerca de nueve veces frente a una fonación suave. Lo anterior, demuestra que la Poral se ve afectada por el flujo y por lo tanto afecta no sólo la supraglotis, sino también presión subglótica y la aducción.

En relación al cociente de contacto (CQ), se demostró que al utilizar un tubo sumergido en el agua a 10 cm de profundidad producía una disminución de la presión transglótica y un aumento del CQ, por lo tanto una mejor aducción de los pliegues vocales (Horáček & Cols, 2014). Un estudio realizado por Guzmán & Cols (2015), en sujetos sanos y con disfonía, demostró un incremento del CQ, durante la fonación al utilizar pajitas sumergidas a 3 y 10 cm en el agua, señalando que mientras más profunda es la inmersión, mayor sería el cociente de contacto, dada la resistencia al flujo que produciría esta acción y viceversa.

Un estudio cuyo propósito fue observar el efecto que producían los ejercicios con TVSO en personas diagnosticadas con disfonía hiperfuncional, evidenció que al sumergir tubos a diferentes profundidades en el agua se produce un aumento de la Poral, lo que se relacionaría con el descenso laringeo, la constricción faríngea y compresión laringea, produciéndose un efecto mecánico que llevaría a estos resultados (Guzmán & Cols, 2013).

## **4. MATERIAL Y MÉTODO**

### **4.1 Hipótesis**

El uso de diferentes tubos en el aire o a distintas profundidades en el agua, producen un cambio positivo en las medidas aerodinámicas y en los resultados de la EGG, en sujetos portadores de parálisis cordal recurrencial unilateral.

#### **4.1.1 Hipótesis Nula H0**

El uso de diferentes tubos en el aire o a distintas profundidades en el agua, no producen un cambio positivo en las medidas aerodinámicas y en los resultados de la EGG, en sujetos portadores de parálisis cordal recurrencial unilateral.

#### **4.1.2 Hipótesis Alterna H1**

El uso de diferentes tubos en el aire o a distintas profundidades en el agua, producen un cambio positivo a lo menos en una de las medidas aerodinámicas y en los resultados de la EGG, en sujetos portadores de parálisis cordal recurrencial unilateral.

## **4.2 Objetivo General:**

Determinar los efectos que producen diferentes tubos en el aire o sumergidos en el agua, en las medidas aerodinámicas, acústicas y electroglotográficas de sujetos portadores de parálisis cordal.

## **4.3 Objetivos Específicos**

- Obtener medidas aerodinámicas relativas a presión subglótica, supraglótica y transglótica en sujetos portadores de parálisis cordal, por medio de diferentes tubos en el aire y con resistencia en el agua.
- Obtener medidas del cociente de contacto, por medio de la aplicación de electroglotografía, durante tareas con uso de tubos en el aire y con resistencia en el agua.

## **4.4 Diseño de la investigación**

Dadas las características de la investigación, presenta un enfoque cuantitativo debido a que se realiza una recolección de datos a fin de probar una hipótesis basándose en la medición numérica y análisis estadístico. El alcance es explicativo, dado que pretende establecer las causas de los sucesos estudiados y su diseño experimental, ya que se aplicarán diferentes tipos de ejercicios observando, con posterioridad los resultados obtenidos post ejecución. (Hernández & Cols, 2014)

#### **4.5 Población**

Sujetos con diagnóstico de parálisis cordal procedentes del Hospital Salvador, Región Metropolitana, Santiago.

#### **4.6 Muestra**

En este estudio participaron diez sujetos de los cuales ocho eran mujeres y dos hombres, todos ellos adultos y previamente diagnosticados con parálisis cordal recurrencial unilateral. La edad promedio fue de 45 (31 a 56) años, todos hablantes nativos del español.

#### **4.7 Criterios de inclusión**

Para el presente estudio se consideraron:

- Sujetos con parálisis cordal unilateral en posición paramediana
- Hablantes nativos del español

#### **4.8 Criterios de exclusión**

Se excluyeron del estudio:

- Sujetos sin parálisis cordal unilateral en posición paramediana
- Sujetos vocalmente sanos o con otra patología laríngea
- Hablantes no nativos del español

## 4.9 Variables

### 4.9.1 Variables Independientes

Realización de ejercicios con TVSO:

- Fonación de fonema /u/ en el tubo de plástico largo con un extremo al aire
- Fonación de fonema /u/ en el tubo de plástico corto con un extremo al aire
- Fonación de fonema /u/ en el tubo de silicona con un extremo al aire
- Fonación de fonema /u/ en el tubo de silicona con el extremo sumergido en agua a 3 cm
- Fonación de fonema /u/ en el tubo de silicona con el extremo sumergido en agua a 10 cm

### 4.9.2 Variables Dependientes

Variables	Definición
Frecuencia Fundamental	El primer armónico producido por la vibración de los pliegues vocales. (Cobeta, 2013)
Cociente de Contacto	Relación entre el tiempo de contacto de los pliegues vocales y el tiempo total del ciclo vibratorio. (Behrman, 2013)
Presión Subglótica	Fuerza producida por el aire proveniente por debajo de los pliegues vocales hasta superar la resistencia de que éstos oponen para dar comienzo a la oscilación. (Titze, 2000)
Presión Transglótica	Diferencia entre la presión subglótica y la presión supraglótica. (Cobeta, 2013)
Presión Oral	Presión de aire que se encuentra en la cavidad oral y faríngea. (Guzmán, 2016)

#### 4.10 Instrumentos aplicados

- Carta de consentimiento informado para participantes en estudio de investigación: Utilizado por la Universidad de Chile, Facultad de Medicina, Escuela de Fonoaudiología.
- Electroglotógrafo KayPentax, modelo 6103, KayPENTAX, Lincoln Park, NJ, permite estudiar las características vibratorias de los pliegues vocales.
- Phonatory Aerodynamic System (PAS), Kay Pentax modelo 6600 entrega información sobre el flujo de aire, presión y otros parámetros relacionados con la producción de la voz.

#### 4.11 Materiales

- Tubo de plástico largo de 5 mm diámetro y 25,8 cm longitud
- Tubo de plástico corto de 2,7 mm diámetro y 10,7 cm longitud
- Tubo de silicona de 10 mm diámetro y 55 cm longitud
- Recipiente de vidrio con capacidad para sumergir en agua tubos a 3 y 10 cm de profundidad
- Micrófono condensador AKG (AKG Acoustics, Viena, Austria)
- Interfaz, Speech Lab, Modelo 4500, KayPENTAX, Lincoln Park, NJ.
- Computador de escritorio conectado el sistema aerodinámico y al EGG (KayPENTAX, Modelo 6600 , versión 3.4, KayPENTAX, Lincoln Park, NJ).
- Matriz de recolección de datos en planilla excel.
- Spectra 360 gel para electrodo, Parker Laboratories, New Jersey
- Clip nasal

#### 4.12 Procedimientos de evaluación

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de voz del Departamento de Fonoaudiología de la Universidad de Chile siendo aprobada previamente, por la junta de revisión de la Facultad de Medicina de la misma universidad.

Se contactó a cada uno de los sujetos participantes de la investigación via telefónica y se les dio un día y hora para asistir a la toma de muestra, momento en el cual cada uno debió firmar la carta de consentimiento informado (Anexo 1). Posterior a eso, se les pidió someterse a una videoestroboscópica rígida a fin de confirmar el diagnóstico.

Una vez finalizada la confirmación del diagnóstico, lo primero que se realizó fue explicarle a cada sujeto como se llevaría el procedimiento de evaluación y se describió cada una de las tareas a realizar.

Para la grabación de la línea base, cada participante debió repetir la sílaba [PA:] a una velocidad de cuatro sílabas por segundo, en un tono e intensidad cómoda para cada sujeto. Posteriormente, se les solicitó llevar a cabo diversas tareas con tracto vocal semiocluído, de manera aleatoria:

- a) Fonación de fonema /u/ en el tubo de plástico largo con un extremo al aire
- b) Fonación de fonema /u/ en el tubo de plástico corto con un extremo al aire
- c) Fonación de fonema /u/ en el tubo de silicona con un extremo al aire
- d) Fonación de fonema /u/ en el tubo de silicona con el extremo sumergido en agua a 3 cm
- e) Fonación de fonema /u/ en el tubo de silicona con el extremo sumergido en agua a 10 cm

En cada una de estas tareas se les solicitó mantener el mismo tono que en la línea base, para lo cual se utilizó un teclado digital a fin de orientarlos junto a un monitoreo auditivo por parte de los investigadores. Todos los ejercicios fueron demostrados a los participantes, donde se enfatizó en llevar a cabo una emisión cómoda. Se ejecutaron en tres repeticiones manteniendo la emisión lo más estable posible, lo que dio como resultado 180 muestras en total (10 sujetos x seis posturas x tres repeticiones). Cada sesión de grabación duró aproximadamente 30 minutos.

Se obtuvo un registro electroglotográfico para lo cual se le pidió a los participantes sentarse cómodamente en posición vertical sobre una silla. Dos electrodos fueron colocados en las alas del cartílago tiroideos, siendo sujetados a una cinta ajustable que rodeó el cuello de manera firme a fin de evitar cualquier movimiento de los electrodos en toda la recolección de los datos. La calidad de la señal se controló por medio de un oscilograma en tiempo real incluido en el software del electroglotógrafo. Para obtener una óptima conductividad eléctrica, los electrodos fueron limpiados con un paño ligeramente húmedo y una delgada capa de gel conductor. (Spectra 360 gel para electrodo, Parker Laboratories, New Jersey).

Para tomar la Poral, los sujetos debieron mantener un pequeño tubo de silicona delgado y flexible de 13 cm de longitud, conectado a un transductor de presión proveniente del PAS. Este tubo se colocó a un costado de la cavidad oral, manteniéndose a unos pocos milímetros detrás de los labios, sin tocar la lengua ni cualquier otra estructura de la cavidad oral. La calibración de la presión de aire se llevó a cabo según las indicaciones entregadas por el fabricante. A todos se les colocó un clip en la nariz para evitar escapes de aire por la cavidad nasal. Asimismo, se controló el escape de aire por la boca, mediante la colocación de la mano del investigador, cerca de los labios del participante durante cada tarea fonatoria. Al detectar escape de aire, se ejecutó nuevamente el ejercicio con un cierre más firme de los labios.

El análisis acústico, de la EGG y las señales de presión permitieron obtener los valores del cociente de contacto,  $F_0$ ,  $P_{sub}$  (considerando el pick máximo de la Poral durante la oclusión de la [p:] en la sílaba [PA:] y durante la obstrucción manual del extremo libre del tubo), Poral (obtenida durante la vocal [a:] de la sílaba y la fase no obstruida en el tubo) y  $P_{trans}$  (diferencia entre la  $P_{sub}$  y Poral).

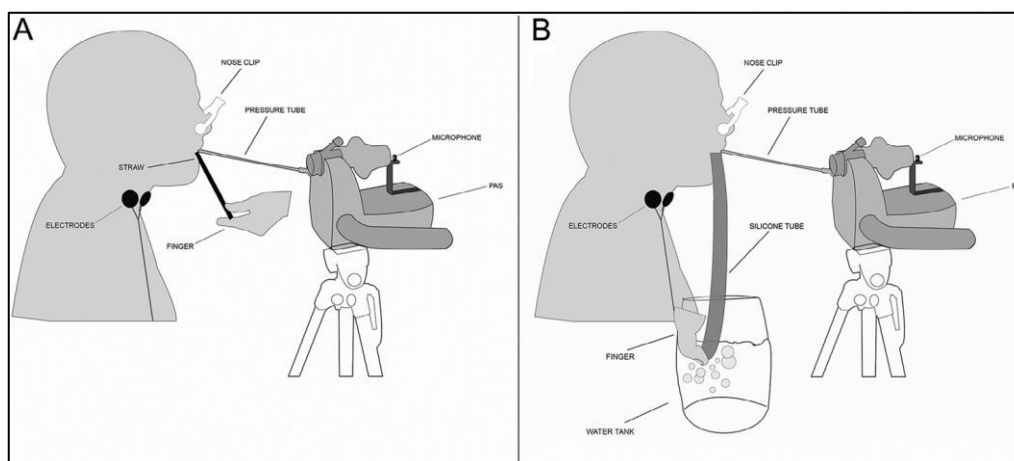


Figura 6: Aplicación experimental utilizando tubo al aire y en el agua (Guzmán & Cols, 2015)

#### 4.13 Análisis Estadístico

Todos los análisis estadísticos fueron realizados mediante el software Stata® 13.1 (StataCorp, College Station, TX), considerando como significativo un valor  $p < 0.05$ . Las variables numéricas son: mediana y el rango intercuartílico (RIC), comparándose por tarea fonatoria, mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. El comportamiento de las variables, según las distintas tareas fonatorias, fueron analizadas mediante un modelo lineal generalizado multivariado. El estudio de correlación fue realizado por medio del coeficiente de correlación de spearman.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Presentación de los resultados

La Tabla 1 muestra la comparación entre los promedios de puntuación (obtenidos a partir de la prueba de Kruskal-Wallis) por tarea fonatoria para cada variable. Los valores p indicaron que tanto la presión subglótica como la presión transglótica obtuvieron valores significativamente diferentes al compararlos con los diferentes ejercicios ( $P < 0,05$ ).

**TABLA 1**  
**Mediana y Rango Intercuartílico de las Variables por Tarea Fonatoria**

	Fo (Hz)		CQ (%)	Psub (cm H2O)	Poral (cm H2O)	Ptrans (cm H2O)
	Hombre	Mujer				
Linea Base	224.19 (74.55)	161.08 (8.78)	54.96 (11.76)	8.12 (2.64)	0.30 (0.12)	7.95 (3.02)
Pajita para Beber	235.33 (0.00)	232.28 (0.00)	62.51 (8.18)	13.89 (6.17)	4.16 (7.35)	7.89 (4.87)
Pajita para Revolver	187.01 (75.53)	132.29 (0.00)	63.87 (7.28)	18.49 (3.77)	10.11 (3.83)	6.25 (10.45)
Tubo de Silicona en el Aire	-----	169.56 (62.82)	58.38 (20.86)	11.83 (2.64)	0.65 (0.91)	11.30 (2.78)
Tubo de Silicona en el Agua (3 cm)	248.05 (108.33)	214.67 (104.43)	64.57 (8.48)	14.51 (4.68)	4.50 (1.59)	10.18 (6.17)
Tubo de Silicona en el Agua (10 cm)	202.85 (69.44)	173.14 (95.75)	67.57 (5.77)	19.26 (6.20)	10.03 (3.06)	8.41 (4.76)
Valor P	0.64234	0.60122	0.05197	0.0001	0.14926	0.0015

Diferencias significativas se llevaron a cabo con la prueba Kruskal-Wallis.

Las figuras 7 - 11 muestran la distribución de valores para F0, CQ, Psub, Poral y Ptrans en todas las posturas con TVSO.

### FRECUENCIA FUNDAMENTAL

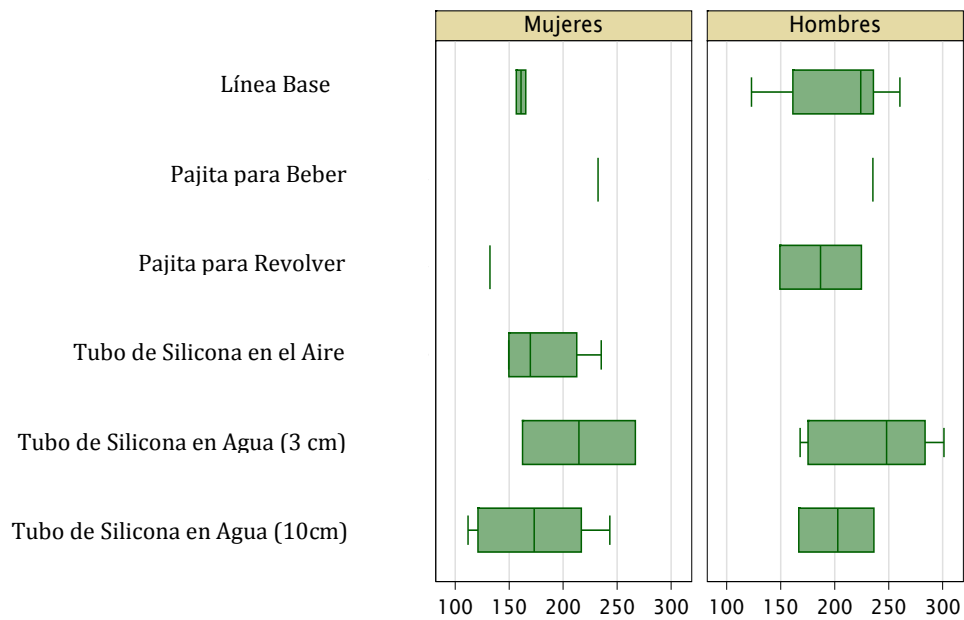


Figura 7: Distribución de los valores de la Frecuencia Fundamental para cada una de las tareas fonatorias con TVSO.

### COCIENTE DE CONTACTO

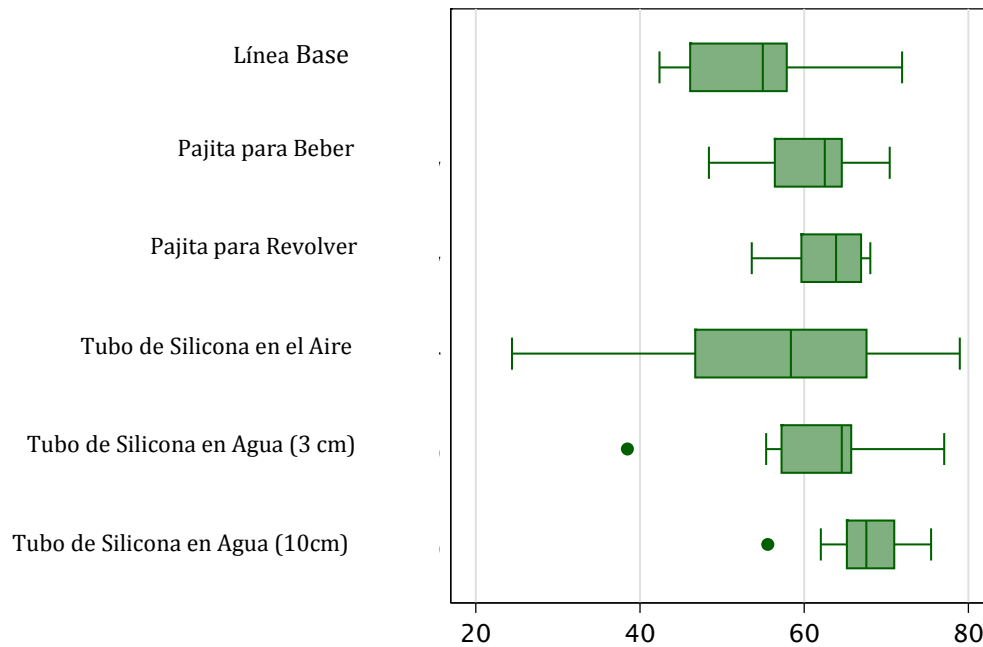


Figura 8: Distribución de los valores del Cociente de Contacto para cada una de las tareas fonatorias con TVSO.

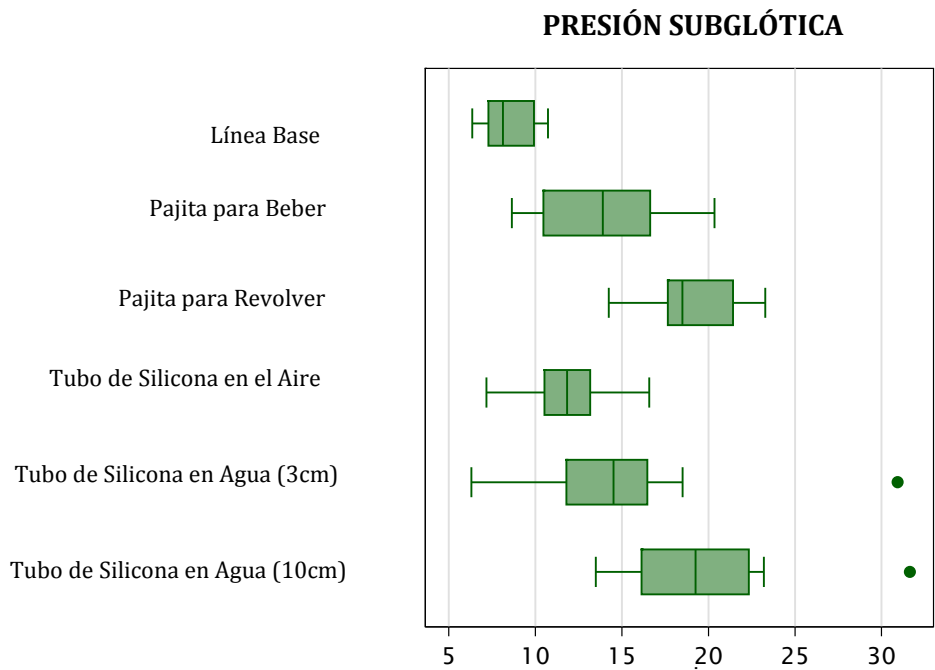


Figura 9: Distribución de los valores de la Presión Subglótica para cada una de las tareas fonatorias con TVSO.

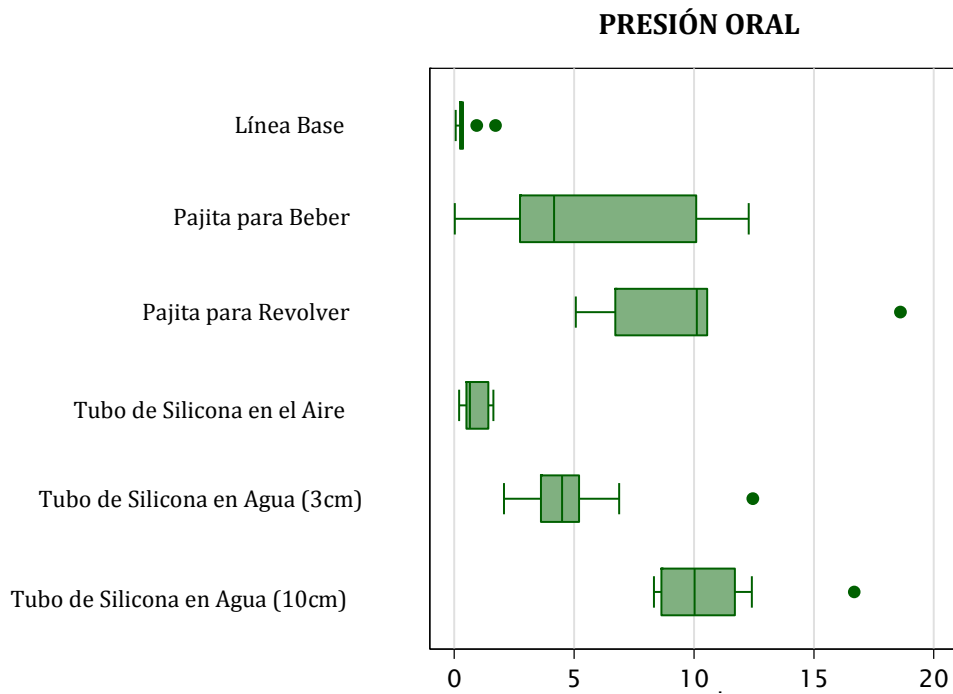


Figura 10: Distribución de los valores de la Presión Oral para cada una de las tareas fonatorias con TVSO.

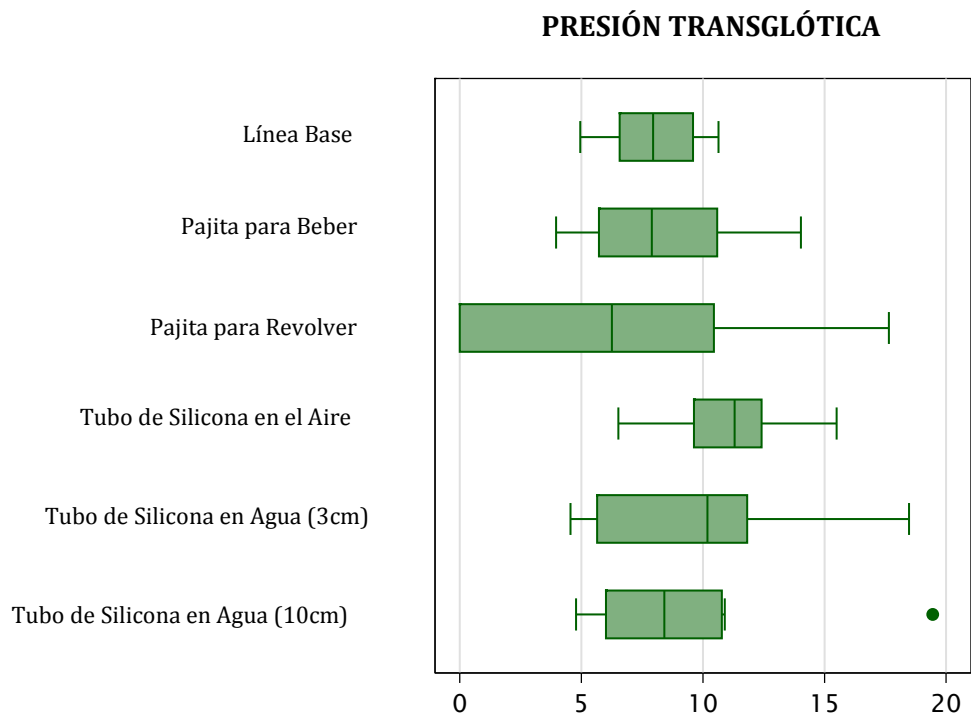


Figura 11: Distribución de los valores de la Presión Transglótica para cada una de las tareas fonatorias con TVSO.

Los resultados obtenidos del modelo de regresión lineal multivariado que describen las variables  $F_0$ ,  $CQ$ ,  $P_{sub}$ ,  $P_{oral}$  y  $P_{trans}$  en relación a las diferentes tareas fonatorias, se muestran en la Tabla 2, donde se incluyen los datos por separado. En general, todas las posturas con TVSO producen un aumento en  $CQ$ ,  $P_{sub}$ ,  $P_{oral}$  y  $P_{trans}$  en comparación con la línea de base, encontrándose específicamente, mayores cambios para el tratamiento con tubo de silicona sumergidos en el agua. Sin embargo, lo anterior no se manifestó sólo en la  $P_{oral}$  para el uso del tubo en el aire.

Tabla 2

Media de valores por parámetro, coeficientes beta y errores estándar desde el análisis de un modelo lineal generalizado multivariado

	F0 Hombres	F0 Mujeres	CQ
Línea Base (referencia)	0 [0,0]	0 [0,0]	0 [0,0]
Pajita para Beber	235.3 [-76.57,547.2]	232.3** [73.00,391.6]	60.72*** [42.07,79.38]
Pajita para Revolver	187.0 [-33.54,407.6]	132.3 [-26.99,291.6]	63.18*** [41.64,84.72]
Tubo de Silicona en el Aire		181.1*** [116.1,246.1]	56.09*** [37.44,74.74]
Tubo de Silicona en el Agua (3 cm)	231.1*** [113.2,349.0]	214.7** [102.0,327.3]	62.42*** [44.84,80.01]
Tubo de Silicona en el Agua (10 cm)	202.0* [21.90,382.1]	175.8*** [115.6,236.0]	67.44*** [50.76,84.13]

\*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$

	Psub	Poral	Ptrans
Línea Base (referencia)	0 [0,0]	0 [0,0]	0 [0,0]
Pajita para Beber	13.65*** [9.644,17.66]	4.699*** [2.678,6.719]	8.812*** [5.253,12.37]
Pajita para Revolver	19.18*** [14.55,23.80]	10.20*** [7.863,12.53]	10.05*** [5.941,14.16]
Tubo de Silicona en el Aire	12.24*** [8.236,16.25]	0.935 [-1.086,2.956]	11.29*** [7.734,14.85]
Tubo de Silicona en el Agua (3 cm)	16.09*** [12.32,19.87]	5.532*** [3.627,7.437]	10.36*** [7.008,13.72]
Tubo de Silicona en el Agua (10 cm)	19.86*** [16.27,23.44]	10.76*** [8.950,12.56]	9.089*** [5.905,12.27]

\*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$

En la Tabla 3 se muestra el análisis de correlación el cual demostró una fuerte relación lineal entre Psub y Poral ( $r = 0,82$ ;  $p < 0,000$ ).

Tabla 3

Análisis de Correlación

	F0 Género Masculino	F0 Género Femenino	CQ	Psub	Poral	Ptrans	Max Poral
F0 Género Masculino	1,0000						
F0 Género Femenino	-	1,0000					
CQ	-0,3850	-0,0198	1,0000				
Psub	0,1036	0,9359		1,0000			
Poral	0,1746	0,1094	0,4416	0,8247	1,0000		
Ptrans	0,4492	0,6557	0,0012	0,0000	-0,0514	1,0000	
Max Poral	0,0266	0,0354	0,3799	0,4355	0,7092	0,3651	1,0000
Min Poral	0,9090	0,8857	0,0065	0,0008	0,9734	0,0000	0,1134
Diff Poral	0,3119	0,0900	0,1968	0,6177	0,9462	0,0408	0,8489
	0,1687	0,7139	0,1664	0,0037	0,0000	0,8645	0,0000
	-0,2138	0,1660	0,5041	0,7488	0,5289	0,6182	0,7079
	0,5531	0,6695	0,0278	0,0001	0,0165	0,0037	0,0005
	-0,2129	0,0605	0,4193				
	0,5548	0,8772	0,0740				
	-0,1436	0,2065	0,3451				
	0,6923	0,5939	0,1479				
Min Poral	1,0000						
Diff Poral	0,2277	1,0000					
	0,3343						

## 6. DISCUSIÓN

El desarrollo de la presente investigación permitió observar los efectos que producen algunos ejercicios con TVSO, principalmente frente al uso de pajitas y tubo de silicona, en las medidas aerodinámicas, acústicas y electroglotográficas de personas con parálisis cordal unilateral.

Considerando que los resultados obtenidos involucran múltiples variables que intractúan entre ellas, se discutirán sólo los resultados obtenidos en el análisis multivariado. En este sentido, se demostró que la mayoría los ejercicios con TVSO utilizados, al compararse con la línea de base, presentaron aumento significativo en los valores de los parámetros evaluados.

En relación a la F0 se obtuvieron resultados considerando dos grupos divididos por género. En el caso de los hombres, el uso de tubos de silicona sumergidos en agua a 3 y 10 cm demostró un aumento significativo en sus valores en comparación con la línea de base. El grupo de las mujeres mostró resultados estadísticamente significativos, frente a el uso de la pajita para beber, tubo de silicona al aire y sumergidos en agua, con valores  $p < 0,05$ . En relación a esto, Guzmán & cols (2016) plantean que los resultados basados en la F0 podrían no tener impacto clínico dada la poca variación en Hz que ha sido reportada en diversos estudios y a que, dicho cambio, no ha permanecido en el tiempo, una vez ejecutado el ejercicio. Señalan además, como otro factor relevante, las instrucciones entregadas durante el proceso de grabación, las cuales podrían estar influyendo en los valores obtenidos de la F0.

El Cociente de Contacto (CQ), aumentó significativamente para los ejercicios con TVSO, en comparación con la línea de base. Los valores más altos de CQ se encontraron durante la fonación en tubo en agua sumergido a 10 cm y la pajita para revolver (Tabla 2), lo cual también se encontró en los valores de Psub y Poral. Esto demuestra que al haber un

cambio a nivel supraglótico, debido al uso de pajita y tubo de silicona, se produce un incremento en los valores de ambos parámetros estudiados (CQ – Psub), lo cual se relaciona con la resistencia ofrecida por los ejercicios ejecutados. Un estudio realizado por Guzmán & Cols (2015) mostró que los ejercicios con TVSO que utilizan bombillas estrechas y tubos de silicona generan cambios estadísticamente significativos en las presiones de aire y en el CQ, variables que se encuentran afectados debido a las condiciones que acompañan las diversas laringopatías estudiadas. De esta manera, los autores señalan que sujetos con parálisis de cuerda vocal pueden generar una compensación debido al cambio supraglótico lo que generaría un aumento en el CQ y variaciones en la presión transglótica. Resultados similares fueron obtenidos por Radolf & Cols, (2014), para CQ - EGG y por Guzmán & Cols (2014) para CQ, derivado de registro de alta velocidad donde los resultados, en esta última, no fueron estadísticamente significativos. Resultados opuestos han sido encontrados por Granqvist & Cols (2014), que en su estudio de alta velocidad informó mayor cociente de apertura con el aumento de la profundidad del agua (2.6 cm). Guzmán & Cols (2014), estudiaron profundidades de 5 cm, 10 cm y 18 cm donde la fonación con profundidades de inmersión (> 6 cm) requirieron mayor aducción de las cuerdas vocales.

Si CQ se ve afectado por la resistencia del flujo de aire como también se demostró previamente, se debe considerar que los pacientes con baja aducción de las cuerdas vocales (por ejemplo, parálisis de las cuerdas vocales) podrían ser tratados con ejercicios vocales con alto grado de resistencia al flujo. En este sentido, Sovijärvi & Cols (1989) propusieron recomendaciones clínicas señalando que un tubo sumergido a una profundidad de 10-15 cm podría ser más apropiado para los sujetos con parálisis de cuerda vocal, indicaciones que en Finlandia se han seguido y llevado a cabo en la práctica clínica (Simberg & Laine, 2007).

En relación a la presión transglótica, todos los valores obtenidos durante la realización de ejercicios con semioclusión aumentaron, lo que fue estadísticamente significativo al ser comparados con la línea de base (Tabla 2). Lo anterior, tiene una implicancia en lo referente a la Poral y la Psub, en este sentido se debe considerar que aunque Poral y Psub aumentan, este

cambio no es proporcional. La  $P_{sub}$  aumenta relativamente más que Poral lo que pudiera ser debido a una compensación para mantener el flujo de aire durante la fonación. La misma tendencia observaron Horáček & Cols (2014), al usar un tubo de fonación y pajita para revolver.

En promedio, la fonación con el tubo de silicona por debajo de la superficie del agua produjo los valores más altos para Poral (Tabla 1). Las mismas tareas fonatorias también mostraron una fuerte correlación ( $r = 0,8247$ ;  $P < 0,000$ ) para  $P_{sub}$  y Poral. La pajita para revolver es conocida por ofrecer una resistencia al flujo mayor que un tubo sumergido 10 cm en agua (Titze & Cols, 2002; Amarante & Cols, 2015; Horáček & Cols, 2014). Sin embargo, en el presente estudio, los valores más altos se obtuvieron para Poral y  $P_{sub}$  frente al tubo sumergido 10 cm de agua. Resultados similares fueron presentados por Horáček & Cols, 2014, lo que podría explicarse debido a una fuga en los labios durante la fonación en pajita para revolver. Otra razón podría ser que los sujetos tienden a reducir el flujo de aire durante la fonación en una paja, dada la incomodidad para fonar debido al demasiado aumento de la Poral.

## 7. CONCLUSIONES

El presente estudio permite determinar que la mayoría de los ejercicios con TVSO generan resultados estadísticamente significativos, lo cual entrega importante información para la clínica fonoaudiológica y el tratamiento utilizado al trabajar con paciente portadores de parálisis cordal.

Dentro de los resultados obtenidos en cada una de las tareas fonatorias llevadas a cabo en esta investigación, se determina que los valores más altos fueron aquellos obtenidos con el uso del tubo de silicona sumergido a 10 cm de profundidad para las variables, CQ, Psub, Poral y Ptrans. Lo anterior, sugiere la utilidad que podría tener este tipo de ejercicios durante la terapia fonoaudiológica, ya que mejoraría el cierre glótico (aumento de CQ) y contribuiría a un mayor equilibrio entre las estructuras implicadas en la fonación de personas con parálisis de cuerda vocal.

Al considerar la fisiopatología de la parálisis cordal, se observa una disminución de la presión subglótica dada la poca resistencia entregada por la aducción de los pliegues vocales, junto a un aumento del flujo transglótico debido a la imposibilidad del cierre y disminución en la resistencia glótica por el bajo grado de aducción de los pliegues vocales. Sin embargo, durante la ejecución de la investigación y la realización de los diversos ejercicios, se evidenciaron aumentos importantes en el CQ, lo cual tiene una relación directa con el aumento de la Psub y de la Poral.

Al observar el análisis del modelo multivariado los valores más altos se relacionan con Psub, Poral y Ptrans, frente al uso de la pajita para revolver, tubo de silicona sumergido en agua a 3 cm y a 10 cm. Esto podría relacionarse con la resistencia al flujo que ejercen los instrumentos utilizados durante la realización los ejercicios

Es importante señalar que dentro del estudio sólo fueron considerados 10 sujetos con parálisis de cuerda vocal, lo que deja abierta la posibilidad de realizar nuevas investigaciones con un mayor número de participantes donde se puedan considerar los efectos que producen el uso de ejercicios con resistencia en el agua, luego de un tratamiento continuo, con mayor número de sesiones. Asimismo, comparar los resultados obtenidos frente al uso de estos ejercicios y la terapia tradicional, considerando los resultados obtenidos y el tiempo de duración de las terapias.

Cabe destacar que muchos de los estudios realizados, utilizando ejercicios con semioclusión y medidas aerodinámicas no han sido ejecutados en Chile, lo que puede deberse a la escasa implementación en equipos necesarios para poder llevarlos a cabo, junto con la falta de profesionales que dediquen parte de tu tiempo a investigar. Sin embargo, el desarrollo de este estudio abre un campo importante de investigación que debe seguir desarrollándose como una forma de enriquecer el trabajo fonoaudiológico y colaborar con nuevos avances que permitan el desarrollo de la profesión.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A El Sharkawi; Ramig, L.; Logemann, J.; Pauloski, B.; Rademaker, A.; Smith, C.; Pawlas, A.; Baum, S. & Werner, C. (2002) . Swallowing and voice effects of Lee Silverman Voice Treatment (LSVT®): a pilot study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 72:31–36.
2. Amarante Andrade, P., Wistbacka, G., Larsson, H., Södersten, M., Hammarberg, B., & Simberg, S. et al. (2016). The Flow and Pressure Relationships in Different Tubes Commonly Used for Semi-occluded Vocal Tract Exercises. *Journal Of Voice*, 30(1), 36-41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.02.004>
3. Aronson, E. & Bless, D. (1990). *Clinical Voice Disorders* (3ª Ed.) New York: Thieme
4. Behlau, M. (2001). *Voz o Livro Do especialista*. Sao Paulo: Editorial Revinter.
5. Baken, R. & Orlikoff, R. (2000). *Clinical measurements of speech and voice* (2ª Ed.) United States of America: Singular Thomson Learning.
6. Behrman A. (2013). *Speech and Voice Science*. San Diego, CA: Plural Publishing.
7. Benninger, M.: Jacobson, B. & Johnson, A. (1994) *Vocal Arts Medicine: The Care and Prevention of Professional Voice Disorders*. New York: Thieme.
8. Ceconello, L. (2009). *Ejercicios de tracto vocal Semi-Ocluído*, XII Jornadas Foniátricas, Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ciencias Humanas, [CD ROM]. San Luis, Argentina.
9. Cobeta, I. (2004). Clínica Foniátrica. Módulo IV. *Curso de Experto en Patología de la Voz*. Universidad de Alcalá.
10. Cobeta I. (2013). *Patologia de la Voz*. Valencia, España: Marge Médica Books.
11. Colton, R. H.; Casper, J. K. & Leonard, R. (2005). *Understanding voice problems*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
12. Farias, P. (2011). *Ejercicios que restauran la función vocal. Observaciones Clínicas*. Argentina: Librería Akadia Editorial.
13. Gaskill, C. & Quinney, D. (2011). The Effect of Resonance Tubes on Glottal Contact Quotient With and Without Task Instruction: A Comparison of Trained and Untrained Voices. *Journal of Voice*, 26(3), e79–e93.

14. Granqvist, S.; Simberg, S.; Hertegård, S.; Holmqvist, S.; Larsson, H.; Lindestad, PÅ.; Södersten, M. & Hammarberg, B. (2014). Resonance tube phonation in water: high-speed imaging, electroglottographic and oral pressure observations of vocal fold vibrations—a pilot study. *Logoped Phoniatr Vocol.* 28:1–9.
15. Guzman, M. (2016). Fundamentos y Evaluación del habla. In: Susanibar F, Dioses A, Marchesan I, Guzman M, Leal G, Guitar B, Junqueira Bohnen A. *Trastornos del Habla: de los fundamentos a la evaluación.* Madrid. EOS.
16. Guzmán, M.; Laukkanen, AM.; Krupa, P.; Horáček, J.; Švec, JG. & Geneid A. (2013). Vocal Tract and Glottal Function During and After Vocal Exercising With Resonance Tube and Straw. *Journal of Voice*, 27(4), 523.e19 - 523.e34.
17. Guzmán, M.; Higuera, D.; Fincheira, C.; Muñoz, D. & Guajardo, C. (2012). Efectos acústicos inmediatos de una secuencia de ejercicios vocales con tubos de resonancia. *Revista CEFAC*, 14(3), 471-480. Recuperado en <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462011005000127>
18. Guzmán, M. (2012). Terapia con tracto vocal semi-ocluido: Un estudio de caso. *Revista Chilena de Fonoaudiología*, Volumen 11, p 87-97. Recuperado en <http://www.revfono.uchile.cl/index.php/RCDF/article/viewFile/24519/25899>
19. Guzmán, M. (2011). *Orientaciones o tendencias en la terapia de voz*. (En línea). Disponible en [www.vozprofesional.cl](http://www.vozprofesional.cl), visitado el 03 de agosto del 2015.
20. Guzmán, M.; Higuera, D.; Fincheira, C.; Muñoz, D.; Guajardo, C. & Dowdall, J. (2013). Immediate acoustic effect of straw phonation exercises in subjects with dysphonic voices. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 38(1), 35-45.
21. Guzmán, M.; Castro, C.; Madrid, S.; Olavarria, C.; Leiva, M.; Jaramillo, E. & Laukkanen, AM. (2016). Air Pressure and Contact Quotient Measures During Different Semioccluded Postures in Subjects With Different Voice Conditions. *Journal of Voice*.
22. Guzmán, M.; Laukkanen, A.M.; Traser, L. & cols. (2014). Effect of Water Resistance Therapy on Vocal Fold Vibration: A High Speed Registration Study. The Voice Foundation's 42st Annual Symposium: Care of the Professional Voice, Philadelphia.
23. Guzmán, M.; Calvache, C.; Romero, L.; Muñoz, D.; Olavarría, C.; Madrid, S.; Leiva, M.; Bortnem, C & Pino, J. (2015). Do Different Semi-Occluded Voice Exercises Affect Vocal Fold Adduction Differently in Subjects Diagnosed with Hyperfunctional Dysphonia?. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*. 67:68–75.
24. Guzmán, M.; Castro, C.; Testart, A.; Muñoz, D. & Gerhard, J. (2013). Laryngeal and Pharyngeal Activity During Semioccluded Vocal Tract Postures in Subjects Diagnosed With Hyperfunctional Dysphonia. *Journal of Voice*, 27(6):709-16.

25. Guzmán, M., Laukkanen, A., Traser, L., Geneid, A., Richter, B., Muñoz, D., & Echternach, M. (2016). The influence of water resistance therapy on vocal fold vibration: a high-speed digital imaging study. *Logopedics Phoniatics Vocology*, 1-9. <http://dx.doi.org/10.1080/14015439.2016.1207097>
26. Hernández, S., Fernández, C., Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6ª Edición. México D.F: Ed. Mc Graw Hill Education.
27. Hixon, T.: Weismer G. & Hoit J. (2008). *Preclinical Speech Science*. San Diego, CA: Plural Publishing.
28. Horáček, J.; Radolf, V.; Bula, V. & Laukkanen, A-M. (2014). Air-pressure, vocal fold vibration and acoustic characteristics of phonation during vocal exercising. Part 1: Measurement in vivo. *Engineering Mechanics*, 21:53–59.
29. Horáček, 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(3): 193-200.
30. Laukkanen, A-M. (1992). About the so called ‘resonance tubes’ used in Finnish voice training practice. *Scandinavian Journal of Logopedics and Phoniatics*, Volumen 17, Número 3-4, 151–161.
31. Paparella, M. & Shumrick, Donald A. (1994). *Otorrinolaringología. Cabeza y cuello*. Volumen III (3ª Ed.) Buenos Aires: Ed. Panamericana.
32. Simberg, S. & Laine, A. (2007). The resonance tube method in voice therapy: Description and practical implementations. *Logopedics Phoniatics Vocology*, 32(4), 165-70.
33. Smith, S. & Thyme, K. (1976). Statistic Research on Changes in Speech due to Pedagogic Treatment (the Accent Method). *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 28:98-103.
34. Sovijärvi, A.; Häyrinen, R.; Orden-Pannila, M. & et al. (1989) *Aänifysiologisten kuntoutusharjoitusten ohjeita [Instructions for voice exercises]*. Helsinki: Publications of Suomen Puheopisto.
35. Stemple J. (2014). *Clinical voice pathology*. Estados Unidos: Plural Publishing.
36. Thomas, L & Stemple, J. (2007). Voice Therapy: Does Science Support the Art?. *Communicative Disorders Review*. Volumen 1, Number 1, pp 49 – 77.
37. Titze I. (2000). *Principles of Voice Production*. Estados Unidos: National Center for Voice and Sp.
38. Titze, I.; Finnegan, E.; Laukkanen, A. & Jaiswal, S. (2002). Raising lung pressure and pitch in vocal warm-ups: the use of flow-resistant straws. *Journal of Singing*, 58:329–338.

39. Titze, I. (2006). Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: rationale and scientific underpinnings. *Journal Speech Language Hearing Research*, 49:448–459.
40. Titze, I. (2002). How to use the flow resistant straws. *Journal of Singing*, 58:429–430.

## 9. ANEXOS

Universidad de Chile  
Facultad de Medicina  
Escuela de Fonoaudiología

### Carta de consentimiento informado para participantes en estudio de Investigación

#### Título:

“Variaciones en el cociente de contacto glótico, presión subglótica y presión oral durante diferentes ejercicios con tracto vocal semi-ocluido en sujetos normales y con disfonía.”

#### Investigadores principales

Marco Antonio Guzmán Noriega

CI: 13.241.915-9

Teléfono de contacto: 29786605 (Marco Guzmán)

**Invitación a participar:** Usted ha sido invitado (a) a participar del estudio de investigación titulado “Variaciones en el cociente de contacto glótico, durante y después de diferentes ejercicios con tracto vocal semi-ocluido en sujetos normales y con disfonía”. Antes de que decida ser parte o no del proceso, lea con atención el siguiente documento que tiene como finalidad entregarle una clara explicación de la naturaleza de la investigación a la que se le invita a participar y del rol que tendrá en ella.

**Objetivos:** La presente investigación es conducida por un fonoaudiólogo dedicado al área de la voz. El objetivo de estudio es determinar la diferencia del efecto en el cociente de contacto glótico, presión subglótica y presión supraglótica, de diferentes tipos de ejercicios con tracto vocal semi-ocluido, en sujetos portadores de voces normales y voces disfónicas.

**Procedimientos:** Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá asistir una vez al laboratorio de voz de la Escuela de Fonoaudiología, Universidad de Chile, donde será sometido a una evaluación electroglotográfica y aerodinámica de su voz. En términos simples la evaluación consiste en emitir vocales sostenidas durante diferentes ejercicios de voz. La electroglotografía y medidas aerodinámicas son procedimientos regulares en la clínica de voz y se usan para estimar indirectamente la vibración de sus cuerdas vocales y la función respiratoria.

**Riesgos:** Todos los exámenes señalados arriba son considerados no invasivos y por lo tanto no se espera ningún tipo de problema ni durante ni después de la realización de estos. El único efecto que esto podría producir en usted es sentir su voz un poco cansada por el uso de esta. Este posible cansancio (muy poco probable) se irá en pocos minutos.

**Costos:** Todos los costos de insumos y exámenes serán costeados por la Escuela de Fonoaudiología de la Universidad de Chile. Usted no debe pagar nada.

**Beneficios:** El beneficio de este estudio es principalmente el progreso del conocimiento de nuestra disciplina y el efecto positivo que esto tendrá posteriormente en nuestros pacientes.

**Compensación:** A usted no se le pagará nada por su participación.

**Confidencialidad:** La participación en esta investigación es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será totalmente confidencial (lo que incluye el acceso de los investigadores o agencias supervisoras de la investigación) y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Cualquier información incluida en publicaciones científicas serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.

**Información adicional:** Ud. será informado si durante el desarrollo de este estudio surgen nuevos conocimientos o complicaciones que puedan afectar su voluntad de continuar participando en la investigación.

**Voluntariedad:** Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria y se puede retirar en cualquier momento comunicándolo al investigador y a su médico tratante, sin que ello signifique modificaciones en el estudio y tratamiento habituales de su enfermedad. De igual manera su médico tratante o el investigador podrán determinar su retiro del estudio si consideran que esa decisión va en su beneficio.

**Complicaciones:** Como fue señalado arriba, estos exámenes no invasivos no producen ningún tipo de complicación. No hay riesgo conocido en ninguna de las medidas estudiadas.

**Derechos del participante:** Usted recibirá una copia íntegra y escrita de este documento firmado. Si usted requiere cualquier otra información sobre su participación en este estudio puede comunicarse con:

Investigador: Marco Guzmán, 29786605

Autoridad de la Institución: Ximena Hormazábal, directora Escuela de Fonoaudiología. 29786181

Si tiene alguna duda sobre este estudio, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proceso en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si usted presenta dudas cuando su participación haya concluido o desea conocer los resultados del estudio puede contactarse con los investigadores a través del número telefónico indicado al principio de este documento.

En caso de duda sobre sus derechos, puede comunicarse con el Presidente Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos Dr. Manuel Oyarzún G., Teléfono: 29786923, Email: [ceiha@med.uchile.cl](mailto:ceiha@med.uchile.cl). Ubicados en Dpto. Bioética y Humanidades Médicas, 3ºPiso, Av. Independencia 1027, Comuna de Independencia.

No firme este consentimiento a menos que haya tenido la oportunidad de hacer preguntas y recibir contestaciones satisfactorias para sus interrogantes.

Si usted firma aceptando participar del estudio, recibirá una copia firmada por los investigadores con la fecha correspondiente.

Desde ya le agradecemos su participación.

---

Yo \_\_\_\_\_

C.I: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Número de teléfono: \_\_\_\_\_

Acepto participar voluntariamente en esta investigación (“Variaciones en el cociente de contacto glótico, durante y después de diferentes ejercicios con tracto vocal semi-ocluido en sujetos normales y con disfonía”) cuya meta principal y procedimientos se me han sido informados.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre investigación en cualquier momento y que puedo retirarme de la misma cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar a Flgo. Marco Guzmán al teléfono 29786605.

\_\_\_\_\_  
Nombre del Participante

\_\_\_\_\_  
Firma del Participante

Fecha: