

# Revisión de los modelos de producción de voz después de una laringectomía total: opciones de calidad de voz

Roberto Fernández Baillo

*Universidad Europea de Madrid*

## Resumen

El paciente laringectomizado es aquel que debido a un proceso cancerígeno ha sido sometido a una intervención quirúrgica cuyo resultado es la extirpación total de la laringe. Como consecuencia de esta operación el paciente sufre una serie de modificaciones anatómicas que conllevan la alteración y/o pérdida de determinadas funciones, siendo la pérdida de la voz, y por tanto de la comunicación oral, la limitación principal a la que se enfrentan estos pacientes. Es por ello, que el proceso de tratamiento y rehabilitación post-quirúrgico tiene como uno de sus objetivos principales el restablecimiento de la comunicación oral. Para ello se deberá dotar al paciente de una nueva fuente de sonido (neo-glottis), la cual tendrá que suplir o emular la función vibratoria anteriormente realizada por glottis laríngea. El objetivo de este trabajo es analizar desde una perspectiva biomecánica y acústica los distintos tipos de voces que pueden representar una opción para el paciente laringectomizado. Se pretende mostrar las ventajas y limitaciones de cada modelo de producción de una forma clara y objetiva; comprensible tanto para el clínico como para el paciente, con el fin de orientar en la toma de decisiones. Finalmente se realiza un análisis acústico de la voz de cuatro pacientes femeninas laringectomizadas. Cada muestra de voz se corresponde con un modelo de producción diferente: laringe artificial, prótesis fonatoria y erigmofofonía. Los resultados del estudio permiten valorar de una forma objetiva las características acústicas de los distintos tipos de voces esofágicas.

*Palabras clave:* Análisis Acústico; Cáncer de Laringe; Disfonía; Erigmofofonía, Voz esofágica.

## Abstract

The laryngectomized patient is one who because of a carcinogenic process has undergone surgery which results in complete removal of the larynx. Following this operation the patient undergoes a series of anatomical changes that involve the alteration and/or loss of certain functions, being the voice loss, and the oral communication, the main problem faced by the patients. Therefore, the restoration of the oral communication is one of the main objectives in the treatment process and post-surgical rehabilitation. This should give the patient a new sound source, which will have to replace or emulate the function of the laryngeal glottis. The objective of this work is to analyze from a biomechanical and acoustic perspective the different types of voices that can postulated as an option for laryngectomized patients. We show the advantages and limitations of each model of production, in a clear, objective and understandable way for both clinicians and patients, to guide the decision-making. Finally, an analysis of the voice sound of four female laryngectomized patients is carried out. Each voice sample corresponds to a different voice production model: artificial larynx, phonatory prosthesis and erygmophony. The results provide an objective assessment of the acoustic characteristics of each voice.

*Keywords:* Acoustic Analysis; Cancer of Larynx; Dysphonia; Erygmophony; Esophageal Voice.

## **Introducción**

El tratamiento y la planificación del paciente con cáncer de laringe debe ser un proceso en el cual se considere la individualidad de cada paciente, no solo en lo relativo a la enfermedad, sino también en lo referente a la funcionalidad y la patología del aparato fonador en su conjunto. No existe un modelo de producción de voz universal para todos los pacientes laringectomizados. Hay que considerar la integridad funcional de los órganos fono-articulatorios antes de la operación y tomarla como un referente que acompañe al proceso de análisis, el cual lleve al equipo clínico a diseñar un programa de intervención que garantice el mayor éxito posible con el modelo de voz instaurado (McNeil, 1981).

Así, una vez que el equipo médico ha establecido como necesario practicar una laringectomía total, se inicia una etapa de toma de decisiones relacionadas con la opción terapéutica mejor para compensar la pérdida de voz que ocasionará la cirugía. Estas decisiones son cruciales ya que marcarán el futuro del paciente laringectomizado en lo relativo a sus habilidades comunicativas, las características acústicas de su voz e incluso pueden condicionar la planificación y desarrollo de la cirugía.

## **Modelos de Producción de Voz**

El primer eslabón de esta cadena de decisión está representado por la elección del tipo de fuente de sonido (Ver Figura 1). Existen dos opciones:

- a) Neo-glotis artificial. Son dispositivos externos, llamados electrolaringes, generadores de sonido que se acoplan al tracto vocal (Bohnenkamp, 2010).
- b) Neo-glotis natural. Consiste en utilizar las propiedades dinámicas de otro órgano para la generación de sonido. Esta opción implica el uso del esfínter cricofaríngeo (ECF en adelante), el cual tiene la capacidad de vibrar y generar un sonido al paso de una columna de aire (Sloane, 1991).

El segundo eslabón de la cadena de decisión se refiere al modelo de producción de voz que se utilizará (Ver Figura 1), y está relacionado a su vez con el tipo de fuente previamente seleccionada. De esta forma se pueden distinguir dos tipos de voces:

- a) Voz artificial. Es el tipo de voz producida por un dispositivo tipo electrolaringe. Se llama así, no por sus características acústicas, sino porque la fuente sonora es un dispositivo no natural adaptado al tracto vocal. En el caso de seleccionar esta opción la cadena de decisión se da por concluida.

a) **Voz esofágica.** Tipo de voz basada en la dinámica del esfínter crico-faríngeo. En este caso, la cadena de decisión adquiere dos nuevos eslabones basados en las características de la energía, en lo relativo a su almacenamiento e inyección para la producción:

**Voz erigmofónica con prótesis fonatoria.** En este modelo de producción la fuente de energía (aire) que provocará la vibración del ECF proviene de los pulmones, donde el aire ha sido almacenado previamente y desde donde es inyectado (Beltrán, 1994).

**Voz erigmofónica sin prótesis fonatoria.** En este modelo la energía causante de la vibración procede del aire almacenado previamente en el esófago y desde donde es impulsado hacia el exterior.

Es importante considerar, que aunque ambos modelos tienen el mismo tipo de fuente neo-glótica, la dinámica del ECF presentará diferencias relacionadas directamente con el patrón de captura y proyección del aire. Si la opción elegida es instaurar en el paciente una voz esofágica sin apoyo de una prótesis fonatoria (voz erigmofónica), la cadena adquiere sus tres últimos eslabones (Ver Figura 1), los cuales representan los tres tipos de técnicas que se pueden utilizar (Vázquez, 2006):

- a) **Deglución.** El aire se introduce en el esófago con ayuda de los movimientos de la deglución.
- b) **Aspiración.** Consiste en introducir aire en el esófago por un movimiento de succión forzada.
- c) **Inyección.** Se aprovecha la presión generada en la articulación de consonantes oclusivas para inyectar el aire que servirá para la producción de la voz.

Estas técnicas difieren entre sí no sólo por la dinámica del ECF, ligeramente diferente, fundamentalmente entre la deglución y la aspiración en relación a la inyección, sino también por el resultado en lo relativo a la agilidad y calidad comunicativa. En el presente trabajo se analizan las características acústicas y biomecánicas de cuatro muestras de voces femeninas realizadas con cada uno de los modelos de producción de voz expuestos. El objetivo es a través de análisis acústico y biomecánico mostrar las ventajas y limitaciones de cada modelo de voz, y aportar datos que faciliten la toma de decisiones a la que se enfrenta tras una laringectomía total tanto el equipo médico-rehabilitador como el propio paciente.

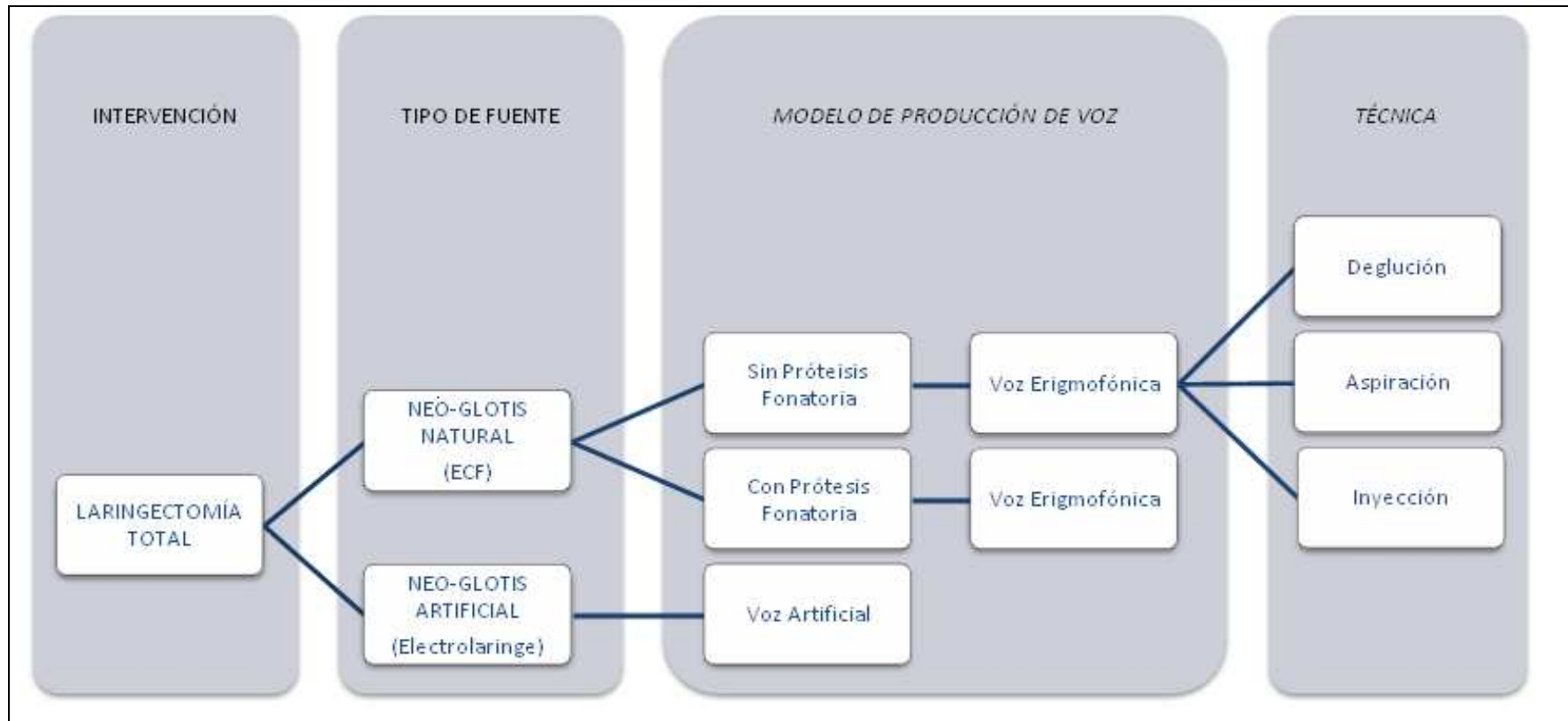


Figura 1. Esquema seguido en la toma de decisiones durante el restablecimiento de la comunicación oral después de una laringectomía total.

## Material y métodos

El estudio comparativo de los modelos de producción de voz se llevó a cabo utilizando cuatro muestras de voz femenina correspondientes a pacientes laringectomizados (Ver Tabla 1). Las muestras de voz fueron extraídas de la base de datos de voces generada durante la II Jornadas de Mujeres Laringectomizadas, realizada en la Universidad de Sevilla. La grabación de voz de los cuatro pacientes se realizó utilizando: Capturadora M-Audio Profire 610 Pro, Micrófono AKG C-520L Cardioide (Rango de frecuencia 60Hz a 20KHz), Software MediVox y WPCVOX para la grabación, estudio de clínico de la voz y análisis de la señal de voz.

**Tabla 1. Pacientes incluidos en el estudio y los resultados en los parámetros analizados**

PAC	FUENTE	TECN.	EDAD	GRAB	TMF	JITTER REL	SHIM REL	HNR	TONO	VHI
P1	ECF	INyec.	43	4	1,5	1,384	12,846	3,553	75,01	36
P2	ECF	DEGLUC.	49	4	1	76,659	62,642	1,538	68,37	40
P3	PROT		47	4	2,5	4,99	22,25	4,931	94,22	39
P4	ARTIF		51	4	15	0,45	3,2	21,98	119,11	35

ECF=Esfínter Cricofaríngeo, PROT= Esfínter Cricofaríngeo con Prótesis Fonatoria, ARTIF= Electrolaringe, TECN= Técnica, INyec= Inyección, DEGLUC= Deglución

El estudio de la calidad de voz de una forma objetiva, a través de análisis acústico, es posible partiendo tanto de una fonación sostenida, como de segmentos de habla (Fernández-Baillo et al, 2007). En el diseño del estudio se optó por el registro de una fonación mantenida, ya que esta garantiza un segmento de fonación con una duración suficiente para el posterior análisis y la extracción paramétrica. Así, se realizó la grabación de tres emisiones de la vocal /a/ mantenida el máximo tiempo posible.

Para el análisis acústico de la señal de voz se utilizó el software WPCVox, (Godino-Llorente, 2008). Este programa permite el análisis de la señal de voz extrayendo de la misma los principales parámetros de medida de distorsión de la frecuencia, intensidad, ruido, etc.

De cada registro de voz se seleccionó el segmento de mayor estabilidad acústica, desechando la parte inicial y final de la fonación.

Para la valoración de la calidad de voz del paciente se incluyeron dos escalas subjetivas. La escala GRABS (Hirano, 1981), diseñada para la valoración del grado de patología de la voz, y que en el estudio fue cumplimentada por un experto en análisis acústico. Y la segunda escala utilizada fue “The Voice Handicap Index (VHI)” (Jacobson et al., 1997) para estudiar el grado de afectación en la calidad de vida del paciente según el modelo de voz erigmofónica utilizado. El VHI consta de 30 preguntas a través de las cuales se recoge información de tres áreas: Funcional, Emocional y Física. El presente trabajo se centrará únicamente en el estudio del área funcional, ya que se centra en el estudio de la limitación vocal. La escala es cumplimentada por el propio paciente, y refleja el grado de limitación secundario a la laringectomía y derivado del modelo de voz utilizado.

### **Discusión y resultados**

La cadena de decisión es un elemento fundamental en el diseño del tratamiento del paciente laringectomizado. El resultado final tiene que ser el producto de una puesta en común en la que han participado el equipo clínico-rehabilitador y en el propio paciente. Hay que considerar que son muchos los factores que condicionan la toma de decisiones: un primer grupo estaría formado por aquellos factores pre-quirúrgicos, los cuales pueden ser o no independientes del proceso cancerígeno. En este grupo quedarían incluidas las dislalias, alteraciones miofuncionales, incompetencia velofaríngea, disfagia, factores culturales y sociales relacionados con el paciente, etc; segundo grupo que está el grupo de factores post-quirúrgicos, los cuales incluyen aquellos indicadores de la integridad anatómico-funcional y emocional del paciente tras la cirugía; en último lugar hay que citar una serie de factores de control que permiten valorar el resultado obtenido por el paciente en lo relativo a la calidad de voz, nivel de comunicación y adaptación social con el modelo de producción propuesto. Así se concluye, que la decisión a la hora de elegir un nuevo modelo de producción de voz tiene que ser fruto de una amplia reflexión en la cual se han valorado todos los factores asociados al paciente. Además, hay que considerar que no todos los modelos de producción de voz propuestos son válidos o darán el mismo resultado en todos los pacientes. El resultado de la laringectomía total no es siempre igual, debido a las diferencias existentes en cada paciente en cuanto a la afectación y el compromiso anatómico del tumor (Ralph, 2008).

Esto hace que la integridad del tracto vocal y de su capacidad funcional después de una laringectomía total sea muy variable. En este punto, no hay que olvidar, que la voz erigmofónica se basa en la integridad del ECF, y como se ha explicado esta no es la misma en todos los pacientes.

### **Neoglottis artificial**

Se basa en la utilización de una fuente externa de vibración, la cual emula la vibración producida por los pliegues vocales, y que es acoplada al tracto vocal para radiarla durante la articulación del habla. El sistema más extendido es el uso de un dispositivo que el paciente coloca en el cuello, también puede colocarse en la mejilla, en el momento del hablar. Una vez colocado allí, el paciente articulará los distintos fonemas acompañándose estos de sonoridad (Goode, 1975).

El uso de electrolaringe como fuente de sonido tiene sus ventajas y sus inconvenientes. Entre sus ventajas habría que destacar la rapidez con la que el paciente recupera la voz. Es el método más rápido para adquirir voz después de una laringectomía total. Además el discurso no se ve afectado por el tiempo máximo de producción. Sin embargo presenta varios inconvenientes, algunos relativos al elemento estético o de adaptación social, y otros a las dificultades que ocasiona para posteriormente adquirir una voz tipo erigmofónica, y todo ello sin olvidar sus limitaciones acústicas. Sus limitaciones acústicas vienen dadas por las características inherentes al dispositivo, y quedan reflejadas en los resultados del análisis de la muestra de voz correspondiente al paciente 4 (Ver Tabla 1 y Figura 2).

- a) Exceso de sonoridad. El habla con voz laríngea se caracteriza por presentar segmentos sonoros y no sonoros intercalados. Sin embargo en el habla basada en un dispositivo de electrolaringe todos los fonemas adquieren sonoridad. Este exceso de sonoridad contribuye negativamente en la voz haciendo que el resultado suene artificial.
- b) Monotonía tonal. El habla natural se caracteriza por una fluctuación de tono que acompaña al discurso y que participa del mensaje (Suipacha, 2009). En el habla con electrolaringe el tono se mantiene uniforme durante el discurso o con poca variación.
- c) Ausencia en el control del volumen. Al igual que ocurre con el tono, en la voz laríngea el volumen no se mantiene uniforme. El uso de electrolaringe no permite variaciones significativas del volumen y las fluctuaciones observadas, tras el análisis de la voz en el laboratorio, son poco relevantes y se deben, no a la fuente neo-glótica, sino

a cambios en el gesto articulatorio. Es decir, únicamente al efecto de modulación posibilitado por los resonadores.

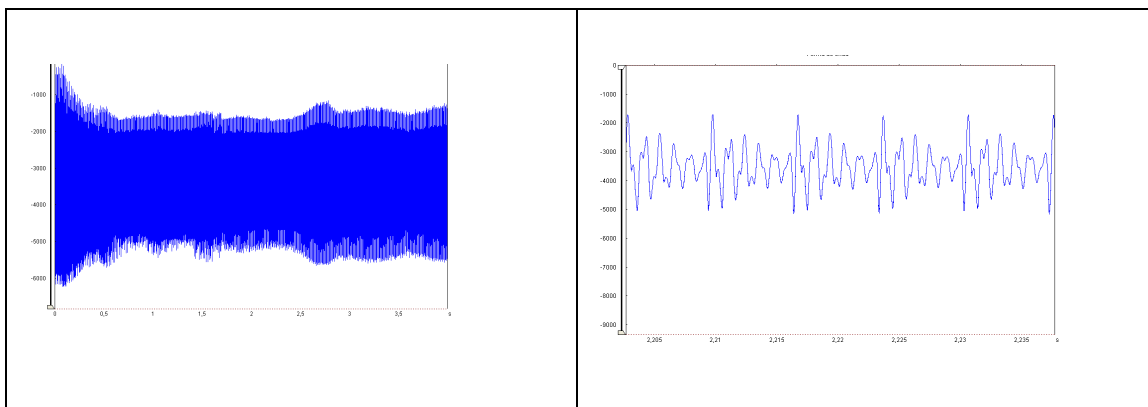
d) Excesiva regularidad. La onda sonora analizada se caracteriza por ser excesivamente regular (Ver Figura 2), la variación entre ciclos es muy baja (Liu, 2007). Esto hace que el resultado sea una fuente sonora muy artificial, demasiado mecánica. Es cierto, que al analizar la señal de voz erigmofónica radiada en los labios se puede observar una pequeña variación en ciclos que es nuevamente causada por efecto de los resonadores pero que no es suficiente para dotar a la señal de voz de mayor naturalidad.

e) Ausencia de contaminación. La voz laríngea se caracteriza por un cierre de los pliegues vocales durante la fonación que no es perfecto. Esto ocasiona que el sonido se acompañe de cierto componente aéreo, lo cual en función de la persona ayuda a la formación de los rasgos propios de la voz de cada individuo y por tanto a la configuración de su timbre vocal. La electrolaringe ofrece una onda neo-glótica con ausencia de componente aéreo, es evidente el “zumbido neo-glótico” no está provocado por el paso de una corriente de aire. Si bien es cierto, que en el análisis de la señal radiada en los labios se aprecia cierto componente aéreo en la señal, este es únicamente consecuencia del flujo de aire movilizado en la articulación.

En resumen se puede decir que la electrolaringe es un método que permite al paciente acceder de una forma rápida a la comunicación oral, pero sacrificando aspectos estéticos, sociales y/o acústicos. Aunque se debe considerar que en algunos casos, debido a la extensión del tumor, la cirugía asociada a la laringectomía total es muy agresiva, ocasionando una gran afectación del tracto vocal y del esófago, y creando una gran disfunción a este nivel. En estos casos la electrolaringe se convierte en una opción a valorar, al menos temporalmente.

El futuro de este tipo de dispositivos pasa por lograr incorporar una fuente de vibración con bajo impacto visual y buenos resultados acústicos. Actualmente existen adaptadores tipo “manos libres” que se acoplan a las laringes artificiales y que permiten una mejor interacción comunicativa, aunque su impacto visual sigue siendo alto (Golstein 2004). Aun así, no se deja de trabajar en la mejora de los dispositivos neo-glóticos artificiales, existiendo algunas líneas de investigación abiertas en este sentido. Interesante son aquellas que trabajan en la incorporación de una electrolaringe intraoral o las que intentan conseguir un control con base miofuncional. Aunque estas técnicas todavía están lejos de conseguir unos resultados plenamente satisfactorios.





**Figura 2. Muestra de voz correspondiente a la fonación mantenida con una laringe artificial (Paciente 4).**

La imagen de la izquierda muestra la onda sonora correspondiente a la vocal /a/ se aprecia la gran regularidad. La imagen de la derecha se corresponde con cinco ciclos extraídos de la parte central de la onda sonora.

### Neo-glottis Natural

El esfínter cricofaríngeo comparte la misma función principal que la glottis laríngea, ejercer como un esfínter. Pero existen diferencias importantes que comprometen sus posibilidades de producción de sonido. El ECF tiene como función interrumpir el paso entre la faringe y el esófago, con el objetivo de evitar el retorno del contenido del estómago hacia el tracto vocal. El ECF está generalmente cerrado y únicamente se relaja para posibilitar que durante la última fase de la deglución el líquido o el bolo alimenticio pase al esófago (Aguar-Ricz, 2007). Sin embargo, simplemente el hecho de compartir la función esfintérica con la glottis laríngea no es el único requisito que se le demanda al ECF para convertirse en fuente de sonido sustitutiva de la glottis. El ECF se convierte en la mejor opción porque además cumple los siguientes requisitos:

- a) Es capaz de regular la entrada y salida de energía (aire).
- b) Se comunica con un órgano capaz de almacenar una cantidad de aire suficiente para producir una vibración efectiva (esófago).
- c) Está en continuación con el tracto vocal (faringe), de tal forma que el sonido generado es proyectado directamente hacia los resonadores.
- d) Es posible conseguir un grado de control suficiente sobre la dinámica del esfínter muscular.

Por tanto, el ECF se convierte no solo en la mejor opción posible para la producción de voz después de una laringectomía total, sino también en la única fuente

de voz natural, ya que ningún otro órgano cumple todos los requisitos anteriormente mencionados.

Ambos sistemas, pliegues vocales y ECF, presentan también semejanzas en las propiedades dinámicas gracias a las similitudes existentes en su estructura histológica. Lo cual hace que durante la vibración ambos sistemas se comporten como sistemas caracterizados por un fenómeno de onda mucosa.

Actualmente tanto en el ámbito clínico como en el grupo de pacientes laringectomizados existe un debate abierto sobre los beneficios de utilizar prótesis fonatoria o no para la producción de la voz erigmofónica.

La voz erigmofónica sin ayuda de prótesis fonatoria se basa en introducir aire en el tubo digestivo, a nivel del esófago, y posteriormente utilizar el mismo para producir la vibración del ECF originando un sonido que se propagará hacia el tracto vocal. Este tipo de voz establece dos puntos clave y determinantes, los cuales además condicionarán la calidad de voz resultante:

1. Control activo del esfínter crico-faríngeo. La voz esofágica sin apoyo de prótesis fonatoria requiere un control y una percepción mayor de la tensión y dinámica del ECF (Fernández-Baillo et al., 2007). Es necesario conseguir un tono muscular tal que permita introducir el aire en el esófago, bien por deglución (más fácil), inhalación o eyección, para posteriormente sin llegar a una contracción total permitir de nuevo el paso de la columna de aire a través del mismo. Este tipo de producción requiere un control más fino del ECF (Kilman, 1976). El principal motivo es que, como la cantidad de aire que participa en cada producción es pequeña, no se puede conseguir grandes niveles de presión por debajo de la neo-glotis, los cuales ayudarían a vencer la fuerza de cierre del esfínter. Además el mecanismo que alterna el grado de contracción del ECF tiene que estar intermitentemente activo durante el habla, ya que al existir un tiempo de emisión corto se hace necesaria una inyección continua de aire hacia el esófago.

2. Limitaciones energéticas. Una de las limitaciones que presenta la voz esofágica radica en la cantidad de aire que puede ser almacenar en el esófago, aproximadamente unos 50ml en habla no esofágica, cantidad que durante el habla esofágica puede aumentar a 94ml (Isshiki, 1965). La limitación al almacenar energía ocasiona que el habla esofágica sea lenta y caracterizada por un tiempo de producción corto, ya que continuamente debe ser interrumpida para realizar una nuevas inyecciones, aspiraciones o degluciones.

La voz erigmofónica con el apoyo de una prótesis fonatoria se consigue tras una cirugía en la cual se realiza una fístula traqueo-esofágica, y con la posterior colocación de una prótesis para direccionar el aire pulmonar hacia el ECF durante la fonación. Esta prótesis es unidireccional permitiendo la entrada de aire al esófago y evitando que el contenido de este pueda pasar a las vías respiratorias inferiores (Mardini, 2010). El dispositivo requiere que el paciente obstruya el traqueostoma con la mano para evitar la salida del aire por el mismo durante el habla. Este es uno de los principales inconvenientes señalados por sus detractores, aunque actualmente este problema está resuelto ya que existen válvulas de traqueostomía automáticas que se cierran cuando el paciente inicia la producción de voz (su uso requiere cierto entrenamiento). Este tipo de voz, desde el estudio de la fuente sonora y de la biomecánica del ECF, manifiesta dos ventajas (Ver Figura 3):

a) Menor control activo del ECF. La voz con prótesis fonatoria se caracteriza porque el aire no se introduce en el esófago, y por tanto no hay que relajar el ECF antes de la producción de voz, además la cantidad de aire disponible es mayor. Este último factor determina que la presión por debajo de la neo-glottis pueda alcanzar valores mayores, traduciéndose en una participación más pasiva del ECF (Winans, 1974) (Ver Figura 3). Estas características hacen que el control a nivel del ECF sea más fácil, facilitando la adquisición de la voz, aproximadamente el 80-90% de los casos consiguen producir voz con éxito.

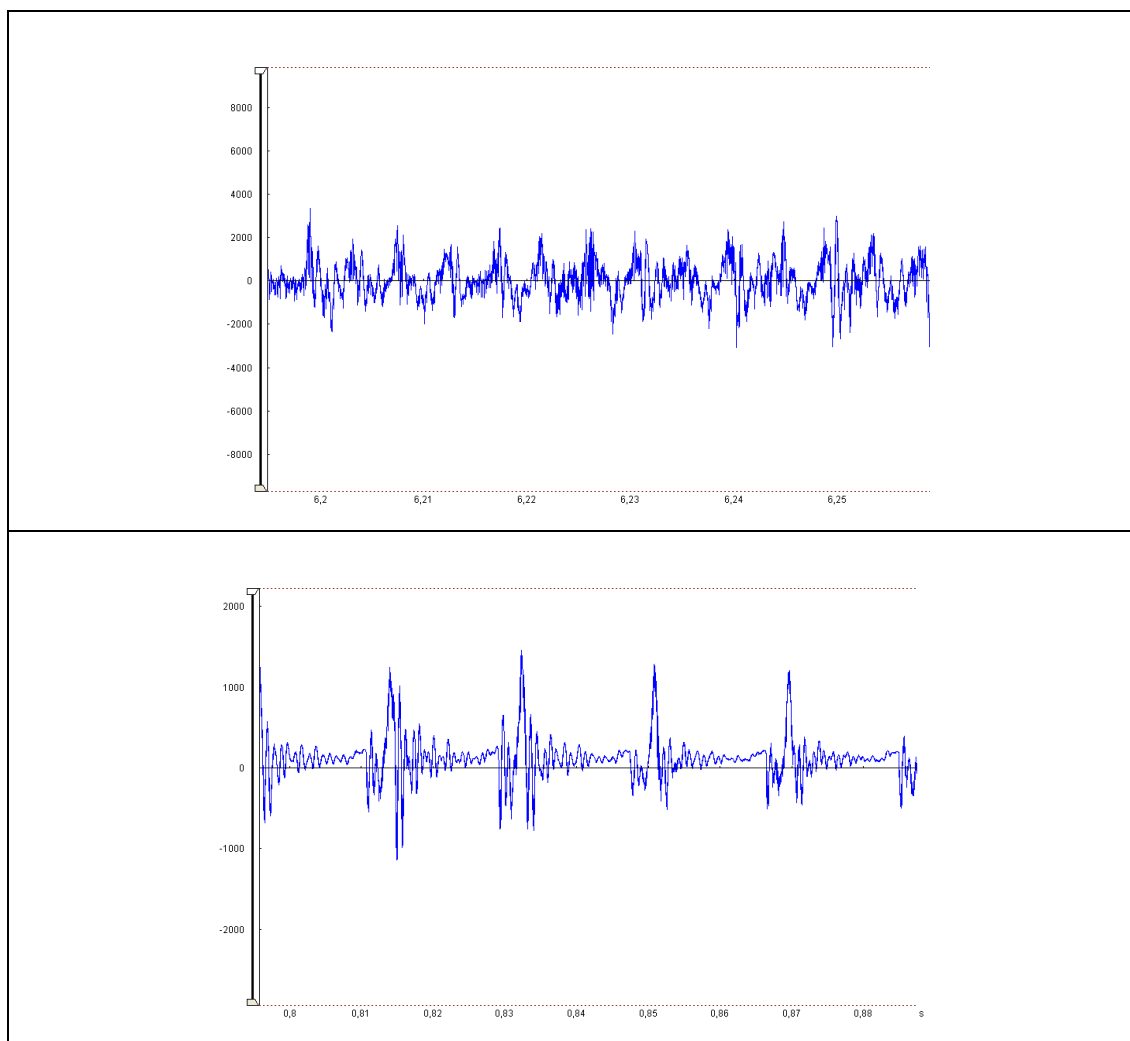
b) Mayor aporte energético (Ver Figura 3). En la voz con prótesis fonatoria el aire utilizado es almacenado y movilizado desde los pulmones. Esto conlleva la ventaja anteriormente citada de poder disponer de mayor presión y así vencer la resistencia del ECF más fácilmente y el hecho de disponer de tiempos de emisión mayores, lo que es fundamental para lograr una comunicación más fluida.

La prótesis fonatoria, aunque cada día mejora más la técnica quirúrgica y los dispositivos implantados, no está exenta de complicaciones o limitaciones:

a) Sus resultados varían en función del momento en el que se ha realizado la fístula traqueoesofágica, siendo mejores los resultados si se realizó al tiempo que la laringectomía total que si realiza posteriormente.

b) Existen complicaciones que afectan al estado general del paciente y otras con una afectación local de la zona.

c) Pueden darse problemas que afecten al estoma, la fístula y/o la prótesis.



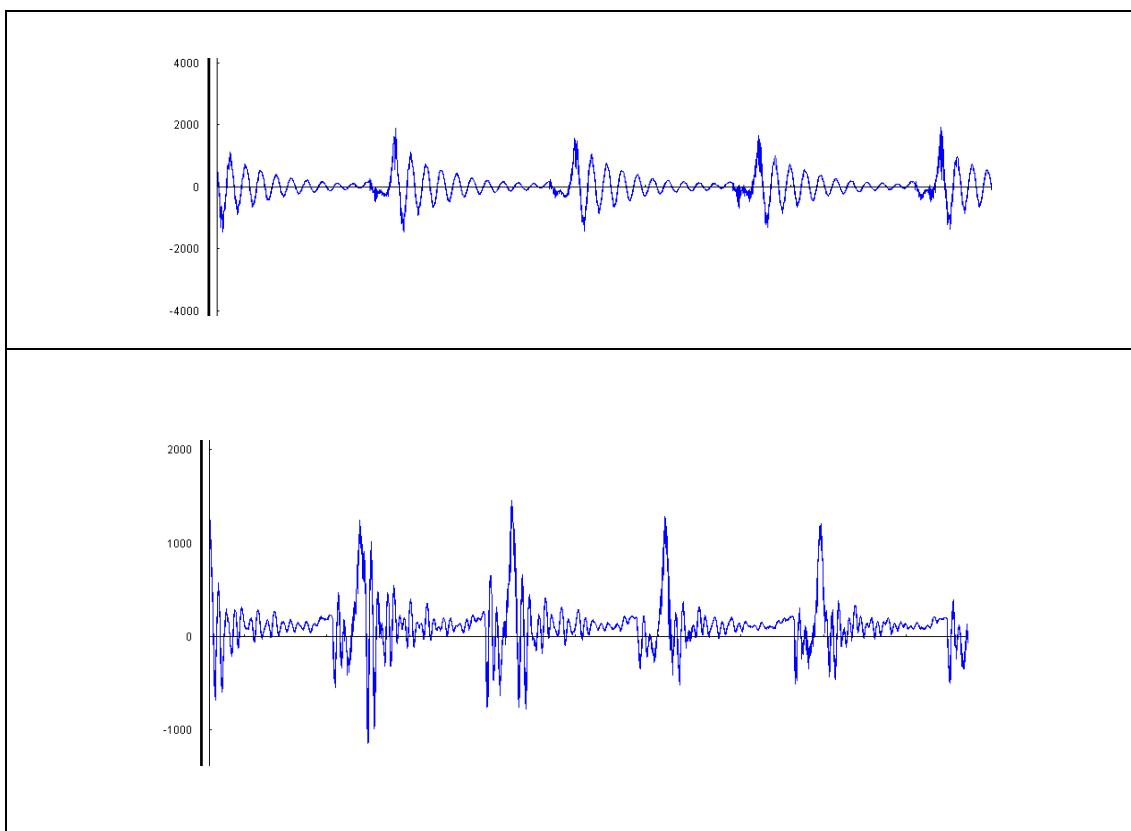
**Figura 3. Registro de voz de un paciente con prótesis fonatoria (P3) durante la fonación mantenida de la /a/.**

La imagen superior se corresponde con el registro de voz de un paciente con prótesis fonatoria (P3) durante la fonación mantenida de la /a/. La imagen inferior muestra la señal de voz de una paciente con voz erigmofónica (P2) durante la fonación de la vocal /a/. Se aprecia que la señal de voz resultante de la prótesis fonatoria tiene más energía pero también tiene una distorsión de la frecuencia y se acompaña de mayor componente ruido que la voz erigmofónica, sin duda ocasionado por el control más pasivo del ECF.

### **Calidad de la voz erigmofónica en relación al tipo de técnica.**

La calidad de la voz esofágica sin prótesis fonatoria está muy relacionada con la técnica utilizada para la producción de la voz. La irregularidad en la producción es una característica intrínseca al propio mecanismo de producción de la voz esofágica y que está muy relacionado con la tensión mantenida en el esfínter durante la vibración. Así la técnica vocal va dirigida a lograr un control del cierre lo más efectivo y regular posible. En los pacientes que utilizan la técnica de inyección o aspiración se observa una mayor

simetría entre ciclos consecutivos (Ver Figura 4), reflejándose en un menor componente de ruido y en una voz acústicamente más aceptable.



**Figura 4. Muestras de voz durante la fonación de la vocal /a/.**

La imagen superior se corresponde con una muestra de señal de voz del Paciente 2, el cual utiliza la técnica de la deglución. La imagen inferior se corresponde con la señal de voz del Paciente 1, que utiliza la técnica de inyección. Se aprecia que la técnica de inyección da un mayor control del ECF, que se traduce en una onda sonora más regular, de mayor amplitud, con menor componente ruido.

### **Impacto funcional en función del modelo de voz.**

La evaluación subjetiva de la voz en el presente trabajo implica el estudio del grado de patología percibido por el evaluador mediante la escala GRABS y el estudio del impacto funcional que experimenta el paciente medido a través de la escala VHI (Evans, 2009). El estudio mediante el GRABS muestra, con independencia del tipo de modelo de producción de voz utilizado, que el resultado se aleja bastante de la normalidad (Ver Tabla 1). Así en todos los casos el evaluador clasifica las muestras de voz como patológicas y de grado extremo (resultado = 4). En el caso del paciente 4, que utiliza electrolaringe, es probable pensar que el resultado final del GRABS está condicionado por el carácter artificial de la voz, el cual llevó al evaluador a clasificarla

como extrema aunque realmente presenta un menor componente ruido y una menor debilidad que el resto de muestras.

El estudio del impacto funcional medido con el VHI (Ver Tablas 1 y 2) revela que con independencia del modelo de producción de voz utilizado el paciente percibe una limitación muy elevada en el uso de la voz. El paciente con laringe artificial es el que menor impacto funcional percibe (35 puntos), aunque su resultado es muy similar al paciente que utiliza en método de inyección (36 puntos). Lo cual refleja que la voz erigmofónica mediante el método de inyección es una de las mejores opciones ya que funcionalmente se encuentra en valores cercanos o iguales a los ofrecidos por la laringe artificial, pero presenta la ventaja del menor impacto social y visual (Ver Tabla 2).

Son llamativos los resultados del paciente con prótesis fonatoria que contrariamente a lo esperado manifiestan una gran impacto funcional (39 puntos) muy cercano a los resultados obtenidos con el método de deglución (40 puntos). Siendo este último método el que peores resultados ha mostrado tanto en el estudio del impacto funcional como en el análisis acústico.

**Tabla 2. Matriz de resultados en el área funcional según el VHI para los pacientes laringectomizados**

Parte I-F (funcional)	P1	P2	P3	P4
F1. La gente me oye con dificultad debido a mi voz	3	4	4	2
F2. La gente no me entiende en sitios ruidosos	4	4	4	3
F3. Mi familia no me oye si la llamo desde el otro lado de la casa	4	4	4	4
F4. Uso el teléfono menos de lo que desearía	3	4	4	4
F5. Tiendo a evitar las tertulias debido a mi voz	4	4	4	4
F6. Hablo menos con mis amigos, vecinos y familiares	4	4	4	4
F7. La gente me pide que repita lo que les digo	2	4	3	2
F8. Mis problemas con la voz alteran mi vida personal y social	4	4	4	4
F9. Me siento desplazado de las conversaciones por mi voz	4	4	4	4
F10. Mi problema con la voz afecta al rendimiento laboral	4	4	4	4

El paciente con laringe artificial es el que menos afectación funcional refleja. El paciente con la técnica de deglución es el que manifiesta mayor limitación.

### Conclusiones

El tratamiento del paciente laringectomizado tiene que incluir un proceso de toma de decisión previo a la cirugía, de carácter multidisciplinar y en el cual se tiene

que perseguir seleccionar la opción vocal más adecuada para el paciente, que se ajuste a las posibilidades fonatorias del paciente, las indicaciones del equipo médico y los deseos del propio paciente. El objetivo tiene que ser dotar al paciente de una voz que implique una menor limitación funcional en el paciente.

En voz esofágica hay que buscar aquellas conductas vocales que implican un cierre efectivo y que no desarrollen una excesiva rigidez a nivel del ECF. Favoreciendo el uso de aquellas técnicas vocales que posibilitan el incremento del tono y la agilidad en la producción. De todas las técnicas, la inyección se revela como el método más efectivo para la producción de voz esofágica sin apoyo de prótesis fonatoria.

## Referencias

- Aguar-Ricz, L., Oliveira, R., Ricz, H., Gielow, I., Mamede, R., y Castro G. (2007). Behavior of the cricopharyngeal segment during esophageal phonation in laryngectomized patients. *Journal of Voice*, 21, 248-256.
- Bertrán, J.M., y Martínez-Vidal, A. (1994). Long term outcome of phonatory fistulae. *Anales Otorrinolaringológicos Ibero-americanos*, 21, 381-90.
- Bertrán, J.M., y Martínez-Vidal, A. (1994). Long term outcome of phonatory fistulae. *Anales Otorrinolaringológicos Ibero-americanos*, 21, 381-90.
- Bohnenkamp, T. A., Stowell, T., Hesse, J., y Wright, S. (2010). Speech breathing in speakers who use an electrolarynx. *Journal Communication Disorders*, 43, 199-211.
- Evans, E., Carding, P., y Drinnan, M. (2009). The voice handicap index with post-laryngectomy male voices. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 44, 575-86.
- Fernández-Baillo, R., Gómez, P., Nieto, A., Días, F., Fernández, F. J., Rodellar, V., et al. (2007). Evaluation of voice pathology based on the estimation of vocal fold biomechanical parameters, *Journal of Voice*, 21(4), 450-476.
- Godino-Llorente, J I., Osma-Ruiz, V., Sáenz-Lechón, N., Cobeta-Marco, I., González-Herránz R., y Ramírez-Calvo C. (2008). Acoustic analysis of voice using WPCVox: A comparative study with Multi-Dimensional Voice Program. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 265, 465-476.
- Golstein, EA., Heaton, J. T., Kobler, J. B., Stanley, G. B., y Hillman, R. E. (2004). Design and implementation of a hands-free electrolarynx device controlled by neck strap muscle electromyographic activity. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 51, 325-332.

- Gonçalves, M. I., y Behlau, M. (1997). *Laringectomia total: perspectivas da reabilitação vocal*. San Paulo: Roca.
- Goode, R. L. (1975). Artificial laryngeal devices in post-laryngectomy rehabilitation. *Laryngoscope*, 85, 677-689.
- Hirano, M. (1981). *Clinical Examination of Voice*. New York: Springer-Verlag.
- Isshiki, N., y Snidecor, J. C. (1965). Air intake and usage in esophageal speech. *Acta oto-laryngologica*, 9, 559-5574.
- Jacobson, B. H., Johnson, A., Grywalski, C., Jacobson, G., Beninger, M., y Newman, G. (1997). The Voice Handicap Index (VHI): development and validation. *American Journal Of Speech-language Pathology*, 6, 66-70.
- Kilman, W. J., Goyal, R. K. (1976). Disorders of pharyngeal and upper esophageal sphincter motor function. *Archives of Internal Medicine*, 136, 592-601.
- Liu, H., y Ng, M. L. (2007). Electrolarynx in voice rehabilitation. *Auris Nasus Larynx*, 34, 327-332.
- Mardini, S., Salgado, C. J., Kim, K. F., y Chen, H. C. (2010). Reconstruction of the esophagus and voice. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 126, 471-485.
- McNeil, B. J., Weichselbaum, R., y Pauker, S. G. (1981). Speech and survival: Tradeoffs between quality and quantity of life in laryngeal cancer. *The New England Journal of Medicine*, 305, 982-987.
- Tufano, R. P., y Stafford, E. M. (2008). Organ preservation surgery for laryngeal cancer. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 41, 741-755.
- Saikachi, Y., Stevens, K. N., y Hillman, R. E. (2009). Development and perceptual evaluation of amplitude-based F0 control in electrolarynx speech. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 52, 1360-1369.
- Sloane, P. M., Griffin, J.M., y O'Dwyer, T. P. (1991). Esophageal insufflation and videofluoroscopy for evaluation of esophageal speech in laryngectomy patients: Clinical implications. *Radiology*, 181, 433-437.
- Vázquez de la Iglesia, F., Fernández, S., Rey, J., y Urra, A. (2006). Voz esofágica. *Revista Médica de la Universidad de Navarra*, 50, 56-64.
- Winans, C. S., Reichbach, E. J., y Waldrop, W. F. (1974). Esophageal determinants of alaryngeal speech. *Archives of Otolaryngology*, 99, 10-14.