

VALORACIÓN DE LOS CAMBIOS EN LA FUENTE GLÓTICA: ESTUDIO DE UN CASO PRE / POST- TRATAMIENTO EN PLIEGUES VOCALES

R. Fernández-Baíllo¹, P. Gómez¹, C. Ramírez² J. I. Godino¹B. Scola²,

¹Laboratorio de Comunicación Oral (GIPASI) Universidad Politécnica de Madrid, Campus de Montegancedo, s/n 28660 Boadilla del Monte, Madrid. e-mail: roberto@junipera.datsi.fi.upm.es

²Servicio ORL, Hospital Provincial Universitario Gregorio Marañón, C/ Doctor Esquerdo

Resumen

Actualmente existe un interés creciente por el estudio de la voz. Cada vez son más los recursos destinados a este campo de investigación en busca de nuevos métodos que faciliten su estudio, evaluación y diagnóstico. Es sabido que la onda mucosa es fundamental en el proceso de producción de la voz, determinando la calidad de la misma. De tal forma que cuando existe una patología la cantidad de onda mucosa y el modelo dinámico de los pliegues vocales se ve alterado. El presente trabajo usa un método de filtrado inverso para obtener la fuente glótica, de la cual posteriormente se extraerá el correlato de la onda mucosa. A través del estudio de un caso clínico, correspondiente a un pólipo unilateral, se usa este método para valorar las alteraciones que la patología ha causado en la dinámica de los pliegues vocales y en la onda mucosa.

1. Introducción.

La dinámica de los pliegues vocales está directamente relacionada con la distribución de los diferentes planos de su estructura histológica [1]. La organización de estos planos da lugar a una estructura dinámica llamada cuerpo-cubierta.

La dinámica desarrollada por los pliegues vocales puede ser representada mediante modelos mecánicos [2]. Una primera aproximación simplificada del funcionamiento de los pliegues vocales viene dada por el *Modelo de 1-Masa* [3]. Cada pliegue vocal está representado por una

masa única unida a la pared fija de la glotis por un resorte. Este modelo no es válido para explicar el dinamismo desarrollado por los pliegues vocales al considerar el complejo “cuerpo-cubierta” como una única estructura, no discrimina la diferente dinámica del cuerpo y la cubierta. Sin embargo este modelo se ajusta bastante bien el patrón dinámico descrito por determinadas patologías de los pliegues vocales [4] [5].

El Modelo de 3-masas (Story-Titze, et al.) es una representación más cercana a la dinámica del pliegue vocal (*Fig. 2*) [3] [5] al considerar separadamente los dos elementos del complejo “cuerpo-cubierta”.

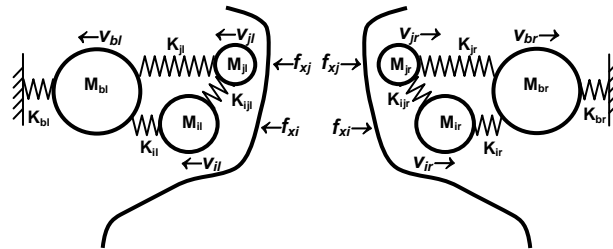


Figura 1. Modelo de 3-Masas.

Este modelo permite representar el fenómeno de la onda mucosa que ocurre en los pliegues vocales durante la fonación y que puede ser observado mediante exploración estroboscópica [6].

El presente trabajo utiliza un método basado en el filtrado inverso [7] de la señal de voz con el fin de obtener la fuente glótica y el componente de la onda mucosa. El objetivo es estudiar a un paciente con patología orgánica en los pliegues vocales y analizar que patrón dinámico utiliza, describir la onda mucosa presente y valorar el éxito del tratamiento aplicado en función de la normalización de los componentes anteriormente citados (dinámica glótica y onda mucosa).

2. Caso Clínico.

Mujer de 34 años, no fumadora, de profesión actriz. La paciente remite una sintomatología que se caracteriza por disfonía crónica, fatiga vocal, cambios de volumen y picor al hablar o cantar.

La condición de patología (pre-cirugía) o normalidad (post-cirugía) se determinó en función de los resultados de las muestras electroglotográficas y videoendoscópicas, así como por la valoración subjetiva de su índice GRABS.

El resultado final del estudio de los pliegues vocales en condición pre-cirugía (Fig. 2) concluye la presencia de un pólipo clasificado como de tipo gelatinoso. [8]. El cierre glótico es incompleto durante la fonación y la onda mucosa es asimétrica y está disminuida a nivel de la cuerda vocal afectada. El paciente fue sometido a tratamiento quirúrgico para extirpar la lesión y restablecer la anatomía de la cuerda vocal.



Figura 2. La imagen superior se corresponde con el estado de los pliegues vocales en condición pre-cirugía y la imagen inferior en condición post-cirugía.

3. Método.

3.1 Obtención de muestras

El protocolo de grabación incluía tres realizaciones de la vocal /a/ de una duración no inferior a 3 seg. para cada una de las emisiones. De cada muestra de voz se seleccionaron fragmentos de 0,2 seg. de duración para su posterior análisis. Estos fragmentos se procesaron para obtener la onda

acústica promedio y la componente dinámica de cubierta mediante el Software GLOTTEX® (Ver figura 3).

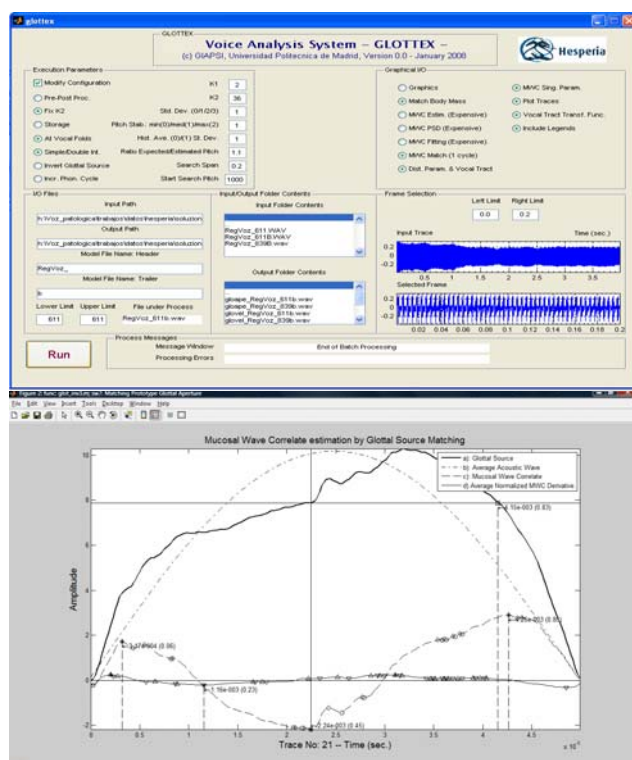


Figura 3. Separación de la fuente glótica (línea continua) en la onda acústica promedio (línea de puntos) y la componente dinámica de la cubierta (línea de trazos). Obtenida a mediante el software GLOTTEX®

3.2 Estimación de la fuente glótica y el correlato de la onda mucosa.

Para realizar un estudio del comportamiento dinámico de la cubierta el modelo de 3-masas puede ser simplificado a un modelo de 2-masas [10] [11]. Este nuevo sistema dinámico, considera únicamente las masas de la cubierta, que es lo que nos dará el correlato de la onda mucosa.

Considerando el modelo de 2-masas se puede explicar el fenómeno de la onda mucosa observado al explorar estroboscópicamente las cuerdas vocales durante la fonación [5].

La metodología de procesamiento de la señal de voz utilizada en el presente estudio se basa en la separación de la onda glótica en dos componentes (Fig. 3): una señal de duración de un ciclo de fonación completo (intervalo entre dos cierres glóticos consecutivos, incluyendo la fase de cierre y la de apertura) denominada por Titze [9] como la onda acústica promedio, y una componente que conserva los contenidos de alta frecuencia, que se denomina componente dinámica de cubierta o también correlato de onda mucosa.

3.3 Análisis de la fuente glótica y del correlato de la onda mucosa.

El análisis de la fuente glótica nos permite valorar la normalidad de la misma en función del estudio de su perfil. Para ello en primer lugar se calculan los puntos singulares que posibilitan estimar los espacios/tiempos de: tiempo de retorno (Tr), cerrado (To-Tr), abierto (Tcl-To) y cierre (Te-Tcl) (Fig 4). Para calcular estos puntos se usa la derivada del correlato de la onda mucosa y la curva del correlato de la onda mucosa.

4. Resultados y discusión.

Los resultados obtenidos del procesamiento de la señal de voz en condición pre-cirugía y post-cirugía se muestran en la fig. 4. En la exploración inicial, pre-cirugía, la voz quedaba definida por la presencia de ronquera (voz tensa / áspera) y escape aéreo. Estas características quedan reflejadas en el estudio del perfil de la fuente glótica. Como se aprecia en la fig. 4A la onda glótica presenta un periodo corto, aun considerando que se corresponde con una voz femenina, $T = 4,5$ mseg. Lo cual expresa la gran tensión existente en los pliegues vocales durante la fonación.

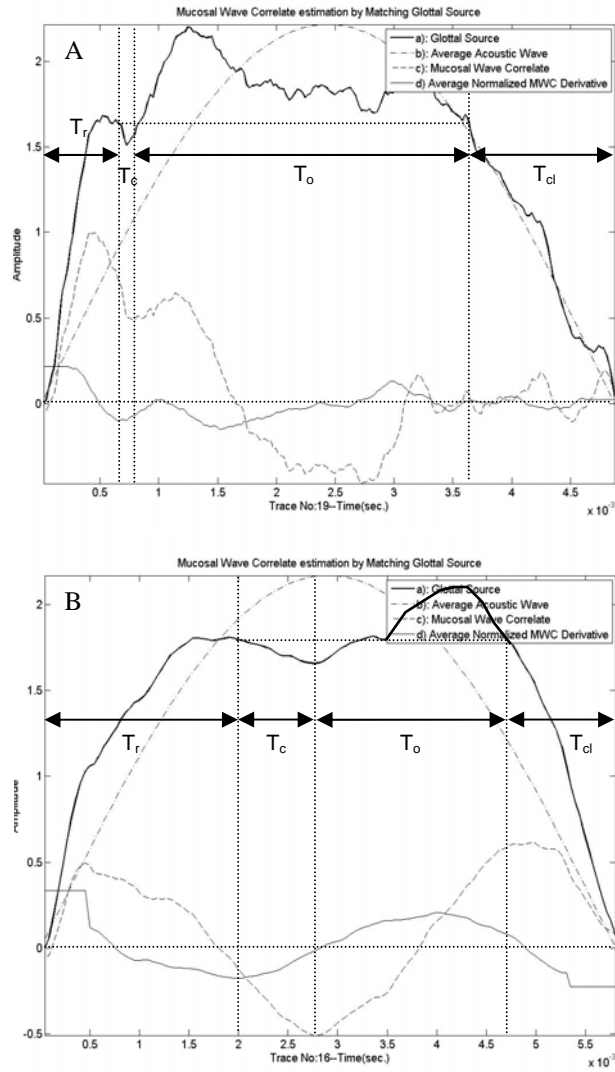


Figura 4. Estimación de la fuente glótica, correlato de la onda mucosa y tiempos de fonación: la imagen superior se corresponde con la condición pre-cirugía y la imagen inferior con post-cirugía.

Un segundo elemento característico de la voz es el escape aéreo. En la fig. 4A están representados los tiempos fonatorios. Se puede apreciar como el escape aéreo se traduce en un aumento del flujo durante Tr y Tc. Además, debido a que el paciente trata de optimizar el cierre lo máximo posible, Tc aparece con un periodo aumentado. Como consecuencia de lo expuesto To presenta un periodo corto y con poca amplitud. El resultado es un perfil de curva cuyo pico de amplitud queda desplazado hacia Tc.

En la fig. 4B se muestran los resultados obtenidos del análisis post-cirugía. Se aprecia como el perfil de la fuente glótica se aproxima al esperado para las voces no-patológicas. La normalización del perfil de la onda deriva de los cambios ocurridos en los tiempos glóticos. La recuperación de la anatomía de la cuerda vocal implica una mejora del cierre glótico y una reducción del escape aéreo. En la fig. 4B se observa como se ha reducido el periodo para Tc significativamente, el cierre se consigue más fácilmente.

5. Conclusiones.

El perfil de la onda de fuente glótica permite conocer como sucede el ciclo de fonación y que ocurre en cada una de sus fases.

El estudio del perfil de la fuente glótica y del correlato de la onda mucosa son una herramienta clínica de gran ayuda que permite no sólo determinar la presencia de patología, sino también valorar la evolución de la misma de una forma objetiva.

Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado gracias al proyecto TIC2003-08756, TEC2006-12887-C02-00 del plan nacional I+D+i, del Ministerio de Educación y Ciencia, CCG06-UPM/TIC-0028 del Plan Regional de Investigación Científica e Investigación Tecnológica de la Comunidad de Madrid y por el proyecto HESPERIA del Programa CENIT, Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, Ministerio de Industria, España.

Bibliografía.

- [1] Hiarino M, Kusita S, Kiyokawa K and cols. Basic and clinical investigation. *Otologia (Fukuska)*, 1975; 21:231-242.

- [2] Gómez P. Fundamental of electromechanical modelling of the vocal tract. Informe Proyecto MAPACI. TIC 2002-02273. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. 2003.
- [3] Gómez, P., Nieto, V., Martínez, R., Álvarez, A., Rodríguez, F. Detection of the Mucosal Wave in the Speech Signal for Larynx Pathology. *Proceedings of the International Symposium Information and Communication Technologies (ISICT'03)*. Vol.: Pág.: 33 - 39. Ed.: Trinity College. Dublin, Irlanda. 2003.
- [4] Fernández-Camacho, F.J., Fernández-Baillo, R., Nieto Altuzarra, A., Gómez Vilda, P. Detección de la onda mucosa en la señal acústica para la caracterización de la patología vocal. *Libro de Actas del XXIV Congreso Internacional AELFA 2004*, pp. 591-593. Madrid.
- [5] Fernández-Baillo R., Fernández Camacho F.J., Nieto Altuzarra., Gómez Vilda P. Biomechanical Model of Voice Production. *Libro de Actas del XXIV Internacional Congress AELFA 2004*. Madrid. pp. 590.
- [6] Perello J. Muco-ondulatory theory of the vibration of the vocal cords. *Acta Otorinolaryngol. Iber. Am.* 1967; 18 (1):7-12.
- [7] Sokorin VN, Leonov AS, Thrushkin AV. Estimation of stability and accuracy of inverse problem solution of the vocal tract. *Speech Communication*. Vol. 30, No 1, January 2000, pp 55-74.
- [8] Kleinsasser O. Pthogenesis of vocal cord polyps. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 1982; 91: 378-381.
- [9] Titze IR. Summary Statement. *Workshop on Acoustic Voice Analysis*. National Center of Voice and Speech. 1994.
- [10] Gómez, P., Godino, J. I., Rodríguez, F., Díaz, F., Nieto, V., Álvarez, A., Rodellar, V. Evidence of Vocal Cord Pathology from the Mucosal Wave Cepstral Contents. *Proceedings of the 2004 Int. Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing, ICASSP'04*. Vol.: V, Pág.: 437 - 440, 2004.
- [11] Ishizaka K., Flanagan J., Synthesis of voiced sounds from a two-mass model of the vocal cords. *Bell Systems Technical Journal*, Vol 51, 1972, pp. 1233-1268.