

ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LOS PLIEGUES VOCALES: REVISIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS

Fernández-Baillo, R. Ramírez Calvo, C.

Tipo de publicación: Revisión

Palabras Clave: Biomecánica, Pliegues Vocales, Patología, Estroboscopia, Análisis Voz

1. RESUMEN.

En el presente trabajo se plantea la necesidad afrontar el estudio de la voz desde una perspectiva biomecánica. Utilizando parámetros que permitan establecer correlatos directos con la dinámica de los pliegues vocales; y en consecuencia poder de esta forma caracterizar los principales rasgos y limitaciones encontradas en los pacientes con patología de la voz. Estableciendo así los siguientes objetivos:

- a. Aproximación al concepto de biomecánica de los pliegues vocales.
- b. Conocimiento de los principales parámetros que describen la biomecánica de los pliegues vocales.
- c. Aproximación al estudio de la patología a través del análisis biomecánico.

2. BIOMECÁNICA DE LOS PLIEGUES VOCALES.

2.1 Concepto de biomecánica. El estudio biomecánico se define como el análisis de todos los factores mecánicos y estructurales que están participando en el desarrollo de un movimiento, en este caso del movimiento del borde libre de los pliegues vocales. La voz es el resultado final de una biomecánica desarrollada por los pliegues vocales y la biomecánica desarrollada por los pliegues vocales es consecuencia de factores funcionales y estructurales dependientes de la histología de los propios pliegues, estableciendo un grado de relación tal que la estructura histológica de los pliegues vocales es decisiva para su biomecánica, pero que a su vez una determinada biomecánica puede ocasionar alteraciones estructurales. Por tanto, se puede concluir que el movimiento de los pliegues vocales, y por tanto la voz, es biomecánica y que debe ser analizada desde este punto de vista.

2.2 Cambios en el patrón biomecánico. El patrón biomecánico, el modo en el cual los pliegues vocales mantienen el cierre para facilitar la vibración, es diferente dependiendo de varios factores y del segmento de señal analizado. No podemos generalizar y esperar que la dinámica de los pliegues vocales sea igual al inicio o al final de una fonación. Rasgos como tensión, onda mucosa, amplitud, etc. deben de haber cambiado durante la fonación. En la Figura 1 se muestra la señal de voz de un paciente con patología al cual se le ha pedido que mantenga la vocal /a/. Se puede apreciar con la señal sufre cambios que sin duda son consecuencia de modificaciones en la dinámica de los pliegues vocales durante la fonación mantenida. Así las partes más estables, marcadas con recuadros, tendrán una biomecánica muy similar, mientras que los segmentos libres inestables cursarán con una biomecánica diferente.

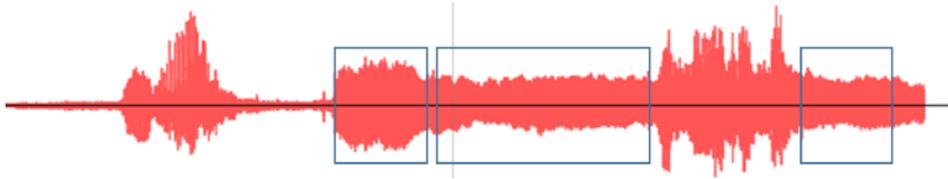


Figura 1. Muestra de la señal de voz registrada en la fonación de la vocal /a/ mantenida a tono y volumen normal por un paciente. Se aprecian diferentes segmentos que tienen que corresponder con diferentes patrones biomecánicos.

Pero incluso en una fonación mantenida por un profesional de la voz, Figura 2 , podemos apreciar estas diferencias biomecánicas. En la Figura 2 se compara la biomecánica de la fonación con la biomecánica desarrollada por un corredor durante el desarrollo de una carrera. Así se pueden diferenciar, en condiciones de normalidad, al menos tres fases: fase de salida, fase de estabilización y fase de llegada. En cada una de estas fases la biomecánica desarrollada por el corredor será diferente.

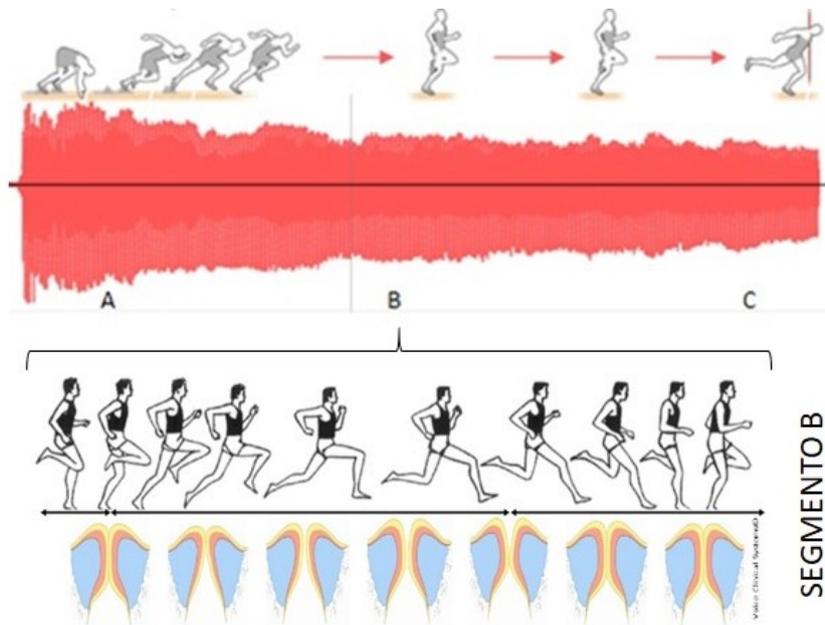


Figura 2. Representación de los cambios biomecánicos durante la fonación de la vocal /a/ mantenida por un profesional de la voz.

El Segmento B representa la parte más estable y que mejor correlaciona con la biomecánica desarrollada por el paciente para mantener la fonación. Esquema que ha sido ampliado en la figura

2.4 *Patología y patrón biomecánico.* Hay que considerar que (siguiendo con el ejemplo utilizado) al igual que en una carrera, la técnica es muy importante y la misma puede compensar defectos existentes. Es decir, una persona con un gran control y una técnica muy depurada para la fonación podría enmascarar o minimizar los efectos de una patología. Generalmente siempre que hay una patología en los pliegues vocales el paciente ha desarrollado algún mecanismo compensatorio para solventar las deficiencias en la voz que

ocasiona la lesión. Y, a veces, son los cambios en los patrones biomecánicos los que ocasionan la patología. Analicemos el ejemplo de dos corredores:

- a. Corredor que tiene un espolón en el calcáneo y para compensar la lesión ha desarrollado una técnica al correr en la que realiza un mayor apoyo de la parte anterior del pie. En este caso el análisis biomecánico identificaría un patrón alterado de la marcha, pero no la lesión.
- b. Corredor que tiene un espolón en el calcáneo debido a un patrón biomecánico basado en el apoyo del talón y que no ha sido modificado. En este caso el estudio biomecánico identificaría igualmente un patrón alterado y probablemente también la lesión.

Si se trasladan estos ejemplos a los pliegues vocales se obtendría los siguientes resultados:

- a. Paciente que tiene un Edema de Reinke y que para compensar el efecto en la voz ha subido su frecuencia fundamental. El análisis biomecánico identificaría un patrón fonatorio alterado que implicaría a las fases de abierto-cerrado, a la F0 y a la tensión. Dependiendo del tamaño del Edema podría pasar desapercibido o incluso obtener unos valores de onda mucosa disminuida. Ya que al subir la frecuencia fundamental se afecta la onda mucosa asociada (Figura 3).

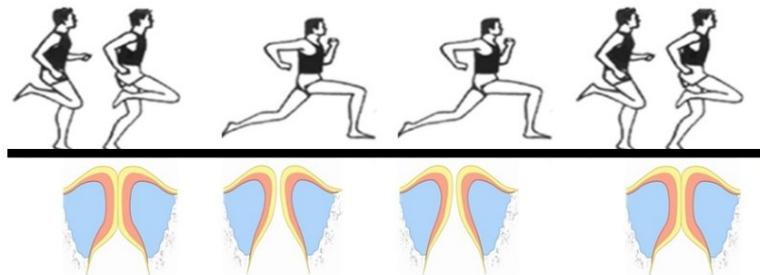


Figura 3. Representación de un modelo de fonación con patrón compensatorio

- b. Paciente con Edema de Reinke y sin patrón compensatorio. El análisis biomecánico identificaría la lesión y como la misma afecta a la biomecánica del ciclo fonatorio. Mostraría una onda mucosa aumentada y afectación de la fase de cierre-abierto, la F0 estaría disminuida. Esta alteración biomecánica quedaría reflejada en la Figura 28, en la cual se aprecia un aumento de cerrado y una disminución del abierto (Figura 4).

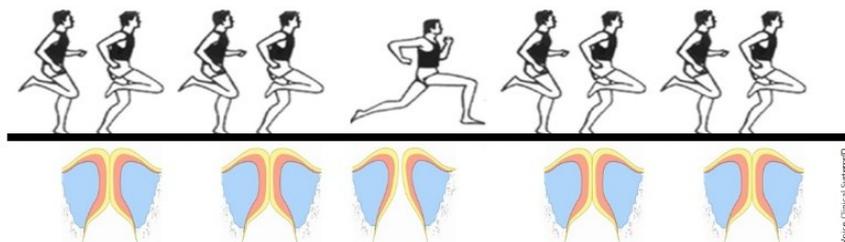


Figura 4. Representación de un modelo de fonación sin patrón compensatorio.

Es por ello que es muy importante analizar la biomecánica de los pliegues vocales, ya que no sólo ofrece información valiosa para el cribado de la patología, sino también entender los mecanismos que la favorecen, la mantienen o la han desencadenado.

2.5. *Aportaciones del análisis biomecánico al estudio de imagen.* El estudio por imagen de los pliegues vocales durante la fonación hoy en día es posible gracias a la estroboscopia y a la videoquimografía, esta última mucho menos extendida en la práctica clínica.

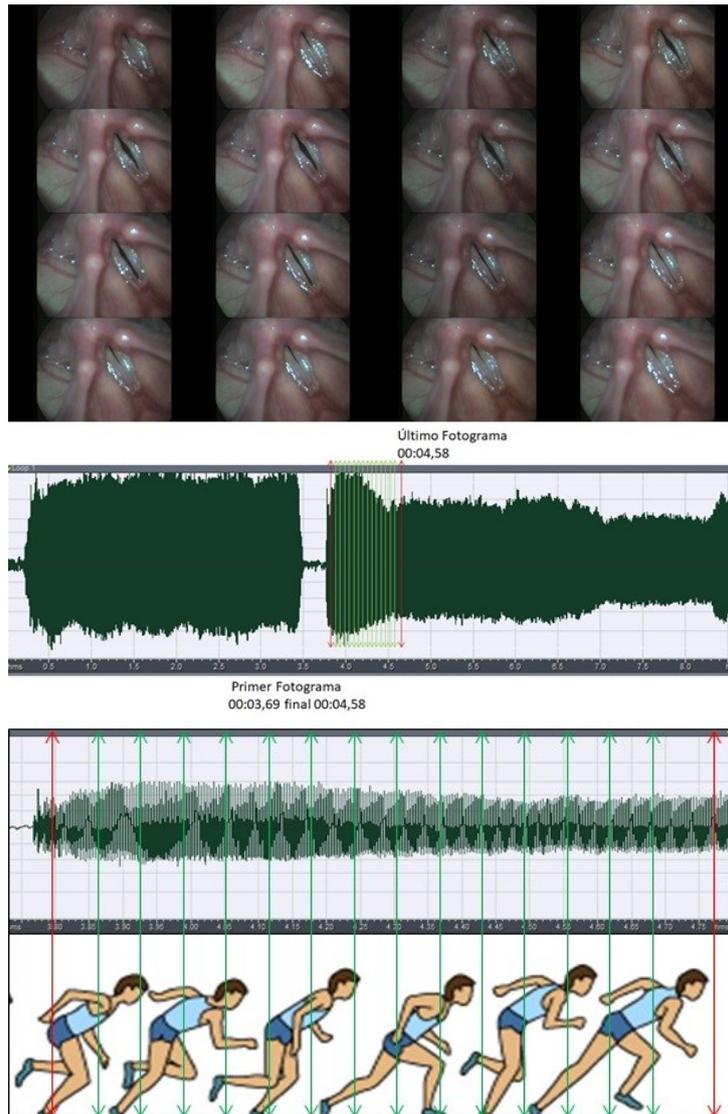


Figura 5. En la imagen superior se incluyen todos los fotogramas que han reconstruido un ciclo según se observa mediante estroboscopia. En la imagen inferior se marcan los segmentos de la señal que se corresponden con el punto en el cual se han tomado los fotogramas.

Uno de los problemas que presenta la estroboscopia está basado en su propio método, ya que es una reconstrucción visual del ciclo vocal a partir de diferentes puntos de captura. Esto hace que la valoración de aspectos como tensión, onda mucosa, etc. en realidad presenta un sesgo importante. En la figura se muestra la reconstrucción de un ciclo glótica a partir de los fotogramas consecutivos captados durante la estroboscopia. Se aprecia que para reconstruir visualmente un ciclo se ha incluido segmentos de más de 100 ciclos consecutivos. El análisis biomecánico solventa este problema dando una información precisa y real de lo que ocurre en cada segmento de la señal (Figura 5).

Se podría pensar que la videoquimografía es una técnica de captura de imagen que solventaría este problema. Y en verdad lo hace, siempre y cuando consideremos únicamente un punto concreto del cierre glótico. Es decir, tal y como representa la Figura a partir de esta técnica podemos describir parte de la biomecánica, sobre todo la relativa a las fases de abierto-cerrado y la presencia de GAP, con detalle en un determinado punto. Pero sin embargo no es posible saber lo que está ocurriendo en el mismo momento en el resto del pliegue vocal en sentido anteroposterior. La biomecánica resuelve este problema ya que la información que aporta es la suma de lo que ocurre a nivel glótico y considerando los dos pliegues vocales en sentido completo y en toda su longitud (Figura 6)

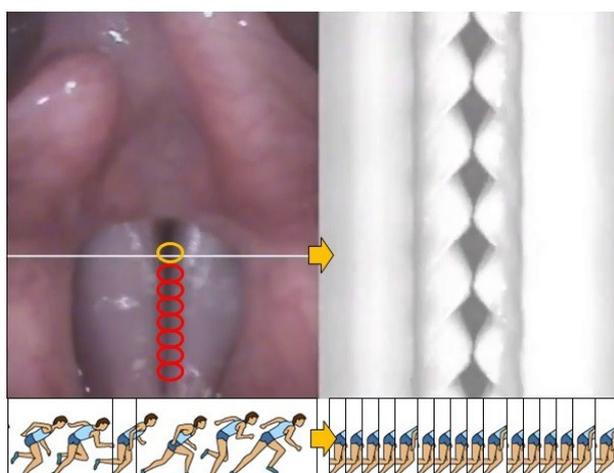


Figura 6. Representación del efecto de la videoquimografía sobre el estudio de la biomecánica.

3. PARÁMETROS BIOMECÁNICOS.

Actualmente existe la posibilidad de realizar este tipo de estudios a partir de un conjunto de parámetros biomecánicos que permiten una descripción completa de la dinámica desarrollada por los pliegues vocales durante la fonación.

En la actualidad, nuestro grupo, ha descrito un total de 20 parámetros agrupados en 9 categorías según el ámbito de la información sobre la que permiten establecer correlatos:

- Grupo A. Incluye un único parámetro P01 (F0), el cual ofrece información que posibilita establecer un correlato preciso del periodo asociado a la reconstrucción de un ciclo de vibración de la onda mucosa.
- Grupo B. Ofrece dos parámetros (P02 Regularidad y P03 Asimetría) que permiten valorar lo acompasado y regular que es el movimiento del borde libre de cada pliegue vocal implicado en el ciclo vocal.

- Grupo C. Cuatro parámetros interrelacionados (P04 Fase de Cerrado, P05 Fase de Abierto, P06 Fase de Abriendo y P07 Fase de Cerrando) que permiten valorar de forma precisa el modo en el que están ocurriendo la fase abierto y cerrado de los pliegues vocales.
- Grupo D. Incluye parámetros que permiten establecer correlatos con la tensión existente en los pliegues vocales durante el cierre (P08 Índice de Tensión y P09 Fuerza de Cierre Glótico)
- Grupo E. Grupo que incluye tres parámetros para valorar la eficacia del cierre y el defecto de cierre (P10 Índice de Eficiencia, P11 Amplitud del GAP y P12 Tamaño del GAP).
- Grupo F. Incluye el parámetro P13 Inestabilidad. El valor del mismo correlaciona con la inestabilidad surgida al mantener una tensión.
- Grupo G. En este apartado se encuentra el parámetro P14 Amplitud, que es un correlato de la amplitud del movimiento existente en los bordes libres de los pliegues vocales.
- Grupo H. Se incluyen cuatro parámetros para establecer un correlato de la onda mucosa (P15 Índice de Onda Mucosa en Cerrado, P16 Índice de Onda Mucosa en Abierto, P17 Adecuación de la Onda Mucosa en Cerrado y P18 Adecuación de la Onda Mucosa en Abierto).
- Grupo I. Son dos parámetros relacionados con el efecto masa. Uno de ellos correlaciona con la presencia de masa consolidada (P20 Índice de Masa) y el otro con la presencia de un contacto que todavía no ha generado en masa consolidada, es de poco tamaño o está compensada en la fonación (P19 Índice de Consolidación de Masa).

4. CONCLUSIONES

El análisis biomecánico es un complemento útil para el estudio de imagen, ayudando a identificar patrones fonatorios alterados. La biomecánica no solamente permite establecer un despistaje de la patología vocal, sino que además identifica los elementos que favorecen esa patología. Los datos ofrecidos permiten cuantificar el grado de alteración y valorar de forma objetiva la eficacia de un tratamiento médico, quirúrgico o rehabilitador.