

## **VALIDACIÓN DEL ANÁLISIS BIOMECÁNICO PARA EL CRIBADO DE PATOLOGÍA DE LA VOZ**

---

***Isabel Cardoso López***

Doctora en Medicina y Cirugía por la Universidad Europea de Madrid, Médico Especialista en Otorrinolaringología y cirugía de Cabeza y Cuello, Hospital Vithas Nuestra Señora de América. Madrid, España

***Roberto Fernandez Baillo***

Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad Complutense de Madrid, Profesor Titular de Anatomía y Embriología Humana, Dpto. de Medicina, Facultad de CC Biomédicas y de la Salud, Universidad Europea. Madrid, España

***Walter Tenesaca Pintado***

Médico especialista en Otorrinolaringología y cirugía de Cabeza y Cuello, Hospital Vithas Nuestra Señora de América. Madrid, España

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



**Resumen: Antecedentes y Objetivo:** La patología de la voz alcanza una prevalencia en el mundo occidental de hasta el 15%. La clasificación más habitual la divide en disfonías orgánicas y funcionales. La detección precoz de la patología evita su progresión hacia lesiones consolidadas de difícil manejo. Por ello es muy recomendable disponer de herramientas que permitan su detección. El objetivo de este estudio es validar el análisis biomecánico como herramienta de cribado de la patología de la voz. **Material y Métodos:** Se evaluó a 131 voluntarios – 34 sujetos sin patología; 36 con diagnóstico de disfonía funcional y 61 con diagnóstico de disfonía orgánica-. Tras establecer el diagnóstico mediante videolaringoscopia y test VHI-10 se realizó test R1 de cribado de voz mediante análisis biomecánico con la herramienta App Online Lab® de Voice Clinical Systems®. **Resultados:** El cribado mediante análisis biomecánico con umbral de alteración del 50% presentó unos índices de sensibilidad (S) y especificidad (E) en el cribado de patología de voz muy adecuados: Grupo control vs. Disfonía orgánica, E: 1, S: 0.80; Grupo control vs. Disfonía funcional, E: 1, S: 0.67; Disfonía funcional vs. Disfonía orgánica, E: 0.98; S: 0.67; Grupo Disfonía (Disfonía orgánica + Disfonía funcional) vs. Grupo Normal, E: 1; S: 0.81. **Conclusiones:** El análisis biomecánico R1 con umbral del 50% es una herramienta con alta sensibilidad y especificidad para el cribado de la patología de voz. **Palabras clave:** Análisis biomecánico; Disfonía; Patología Vocal; Cribado.

## INTRODUCCIÓN

La patología de los pliegues vocales genera en el paciente un patrón de producción vocal que se aleja de la norma establecida, cuya variación está en función de su edad y género. Este trastorno, en función de la patología causante, dificulta o limita en algún grado

sus interacciones sociales o su actividad profesional. La presencia de disfonía nos sugiere una alteración en el aparato fonador cuya causa no es siempre fácil de establecer, puesto que puede presentarse de forma aislada o asociada a otros síntomas que compliquen el análisis del cuadro clínico<sup>1,2</sup>. Existen múltiples clasificaciones de disfonías, pero todas tienden a diferenciarlas entre trastornos de origen orgánico y trastornos funcionales<sup>3</sup>.

La importancia de la patología de la voz viene marcada por su alta prevalencia<sup>4,5</sup> y por el impacto limitante en la vida social y laboral del paciente<sup>6</sup>. Hay que considerar que la sociedad actual está basada en la comunicación oral, por lo que la voz tiene cada día mayor repercusión en el ámbito laboral<sup>7</sup>. En lo que todos los estudios coinciden es en la mayor incidencia de esta patología en mujeres respecto a hombres<sup>8</sup>.

Los protocolos para el manejo de la disfonía establecen la recomendación de diferenciar entre: a) Disfonía aguda: asociada a infecciones de vías respiratorias altas, esfuerzos vocales puntuales, traumatismos en el cuello, estrés, etc., trastornos que se suelen resolver con tratamiento médico y reposo vocal en el plazo de 1 ó 2 semanas, y b) Disfonía crónica, que es aquella que no se presenta en el contexto anteriormente establecido y cuya evolución supera las 3 semanas<sup>2</sup>.

Un porcentaje elevado de la patología vocal crónica aparece asociado a factores tales como el mal uso y abuso vocal, o el consumo de tabaco entre otros<sup>6</sup>. Estos trastornos suelen tener una evolución lenta, o incluso comenzar como alteraciones de tipo funcional cuyo comportamiento vocal acabe generando lesiones orgánicas consolidadas. Por ello, las medidas de detección precoz permiten identificar estas patologías en estadios muy precoces, ofreciendo muy buenos resultados con tratamientos basados en la prevención

de factores de riesgo y abordajes terapéuticos poco invasivos.

Por este motivo, las tareas de cribado se revelan como decisivas para la detección precoz de la patología vocal<sup>9</sup>, lo que hace necesario dotar a los profesionales sanitarios de herramientas objetivas que permitan establecer un primer diagnóstico y dirigir una correcta derivación del paciente hacia la Atención Especializada, discriminando correctamente el tipo de disfonía.

Desde hace unos años disponemos de técnicas de análisis biomecánico de la voz obtenidas a partir del modelado vocal de una muestra de voz<sup>10,11</sup>, que describen la dinámica de los pliegues vocales durante la fonación. Una de estas herramientas de modelado vocal disponibles en el mercado para la realización de un análisis biomecánico de la voz es la proporcionada por el laboratorio *Voice Clinical Systems*<sup>12</sup>.

El objetivo del presente trabajo es evaluar la capacidad discriminativa del análisis biomecánico de la herramienta mencionada para identificar a pacientes con patología de la voz y, de ser así, determinar el punto de corte en el que se alcanzan el equilibrio entre la sensibilidad y especificidad idóneo para realizar el cribado.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló recopilando una muestra formada por 131 sujetos de edades comprendidas entre los 18 y los 86 años -con una media de 41,42 años- previo consentimiento, agrupados de la siguiente forma: 34 sujetos sin patología (17 hombres y 17 mujeres), 36 sujetos con diagnóstico de patología funcional (16 hombres y 20 mujeres) y 61 sujetos con diagnóstico de patología orgánica (29 hombres y 32 mujeres).

Todas las exploraciones fueron desarrolladas por el equipo del Departamento de Otorrinolaringología de nuestro centro,

mientras que la evaluación del paciente para el cribado fue realizada por un equipo multidisciplinar formado por logopedas y médicos de atención primaria.

Para el estudio biomecánico se contó con una unidad de grabación con licencia de *VoiceClinicalSystems*<sup>®12</sup> compuesta por un dispositivo móvil iPad Air y un micrófono profesional Boya By-DM1 de 24 bits/48Hz y con una respuesta en frecuencia de 20 a 20.000Hz. Esta unidad permite tomar muestras de voz de 4 segundos y remitirlas al laboratorio virtual para la generación de los resultados según el tipo de informe solicitado. La tecnología está basada en la extracción de parámetros biomecánicos a través de un modelado de la cubierta de los pliegues vocales partiendo de la señal radiada nivel de los labios.

Para el presente estudio se solicitó un informe biomecánico Tipo R1 (Test de Cribado). Este informe ofrece una caracterización genérica del patrón vocal patológico -funcional u orgánico- cuantificando el porcentaje de alteración. El informe se diferencia en 4 apartados (Figura 1): a) Alteración funcional, b) Correlato de lesión, c) Porcentaje de Alteración funcional y d) Porcentaje de alteración orgánica. Los dos primeros -a y b- permiten caracterizar el tipo de patología; y los dos segundos -c y d- ofrecen el valor de alteración decisivo para el cribado. La herramienta establece diversos umbrales en función del resultado obtenido. La versión facilitada por el desarrollador establece que el paciente entra en categoría de patología cuando el valor del porcentaje de alteración supera el 50%.

El protocolo de grabación consistió en el registro de la vocal /a/ mantenida a tono y volumen normal durante un tiempo máximo de 4 segundos, tiempo preestablecido por la propia herramienta.

Todos los sujetos del estudio realizaron

## TEST DE CRIBADO BIOMECÁNICO r1

| RASGOS DE ALT. FUNCIONAL |       |          |        |        |
|--------------------------|-------|----------|--------|--------|
| Tensión                  | ●     |          |        | ↗      |
| Eficiencia               | ●     |          |        | ↑      |
| Fase de Cerrado          | ✓     |          |        |        |
| Fase de Abierto          | ●     |          |        | ↗      |
| % DE ALT. FUNCIONAL      |       |          |        |        |
| Leve (<50%)              |       | Moderada | Severa |        |
| 0-25                     | 25-50 | 50-65    | 65-85  | 85-100 |
|                          |       |          |        | ●      |
| RASGOS DE ALT. ORGÁNICA  |       |          |        |        |
| Alt. Borde               | ●     |          |        | ↗      |
| GAP                      | ●     |          |        | ↗      |
| Onda Mucosa              | ●     |          |        | ↓      |
| Asimetría                | ●     |          |        | ↑      |
| % DE ALT. ORGÁNICA       |       |          |        |        |
| Leve (<50%)              |       | Moderada | Severa |        |
| 0-25                     | 25-50 | 50-65    | 65-85  | 85-100 |
|                          |       |          |        | ●      |

Figura 1. Resultados del Test de Cribado Biomecánico R1 para el paciente RSV061, diagnosticado posteriormente de quiste en el pliegue vocal derecho. Se aprecia que los resultados son positivos en alteración funcional y orgánica a un 100% y orientan hacia la derivación al especialista.

el cuestionario VHI-10<sup>13</sup> para realizar una valoración rápida del grado de alteración vocal percibida por el paciente.

Con independencia de los resultados en las pruebas anteriormente citadas, todos los sujetos incluidos en el estudio fueron evaluados en la consulta de Otorrinolaringología para el estudio por imagen de los pliegues vocales mediante videolaringoscopia mediante la que se estableció el diagnóstico.

Clínicamente los sujetos de estudio fueron clasificados atendiendo al siguiente protocolo:

- Grupo Control: aquellos sujetos sin clínica de disfonía en las últimas 3 semanas, para evitar el residuo de patología laríngea aguda que puede afectar al análisis biomecánico<sup>2</sup>, con puntuación en test VHI-10 inferior o igual a 10 puntos y sin presencia de lesión orgánica en la exploración por videolaringoscopia.
- Grupo Disfonía Funcional: aquellos sujetos con disfonía de más de 3 semanas de duración, puntuación en test VHI-10 superior a 10 puntos y sin presencia de lesión orgánica en la exploración por videolaringoscopia.
- Grupo Disfonía Orgánica: aquellos sujetos con lesión orgánica en la exploración por videolaringoscopia, independientemente de la presencia de disfonía o de la puntuación del VHI-10.

La clasificación biomecánica para el cribado de la patología de la voz se realizó atendiendo a los resultados del informe R1-Test de Cribado, adaptando los siguientes criterios para su posterior estudio estadístico: 1) Resultado normal o trastorno leve: Índice de patología inferior al 50%; 2) Presencia de patología: Índice de patología superior al 50%.

El análisis estadístico se realizó mediante el programa IBM SPSS Statistics 25 mediante el análisis de las curvas ROC.

## RESULTADOS

Los resultados del estudio se han obtenido mediante el análisis de las curvas ROC, comparando la sensibilidad y especificidad de la herramienta utilizada para discriminar tres grupos de sujetos: Normales, Patología Funcional y Patología Orgánica, entendiendo la patología funcional como una condición intermedia, que a su vez puede estar presente en distintos grados en cada uno de los grupos anteriores.

El diagnóstico establecido en la consulta de Otorrinolaringología dividió la muestra en 34 sujetos sin patología vocal, 61 sujetos con patología orgánica y 36 sujetos con diagnóstico de patología funcional.

## UMBRAL DE ALTERACIÓN

En el análisis de nuestra serie observamos que, al comparar patología orgánica con el grupo de normalidad, el punto de corte en el que se alcanzan la sensibilidad (S) y la especificidad (E) más altas es el umbral 50%, al igual que al comparar patología orgánica con patología funcional, mientras que en la comparación entre el grupo diagnosticado de patología funcional con el grupo de normalidad ese punto de corte se sitúa en el umbral 43,75% (Tabla 1).

## CAPACIDAD DE CRIBADO

Patología Orgánica Vs Normal. Al aplicar el filtro de cribado de patología orgánica mediante un umbral de alteración del 50% a la muestra formada por el total de pacientes del grupo normal junto con aquellos del grupo de patología orgánica, el test biomecánico consiguió una discriminación completa de todos los sujetos considerados como normales. Es decir, no hay falsos positivos y la especificidad es del 100%, mientras que la sensibilidad es del 80,3%, consiguiendo con estos parámetros un área bajo la curva (AUC)

| P. Orgánica vs Normal |       |       | P. Funcional vs Normal |       |       | P. Orgánica vs P. Funcional |       |       |
|-----------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|-------|
| Umbral %              | S     | E     | Umbral %               | S     | E     | Umbral %                    | S     | E     |
| 10                    | 0,967 | 0,706 | 18,75                  | 0,861 | 0,529 | 10                          | 0,967 | 0,306 |
| 30                    | 0,820 | 0,706 | 31,25                  | 0,694 | 0,882 | 30                          | 0,820 | 0,750 |
| 50                    | 0,803 | 0,971 | 43,75                  | 0,667 | 0,971 | 50                          | 0,803 | 0,806 |
| 70                    | 0,508 | 1,000 | 62,50                  | 0,417 | 1,000 | 70                          | 0,508 | 0,917 |
| 90                    | 0,410 | 1,000 | 87,50                  | 0,222 | 1,000 | 90                          | 0,410 | 0,944 |

Tabla 1. Umbrales de alteración de cada grupo analizado en relación con la sensibilidad y especificidad obtenidas para cada punto de corte.

de 0,902 (IC 95%: 0,839-0,964;  $p < 0,01$ ), (Figura 2.A).

Patología Funcional Vs Normal. Al aplicar el filtro de cribado de patología funcional mediante un umbral de alteración del 50% -predeterminado por la herramienta- a la muestra formada por el total de pacientes del grupo normal junto con los del grupo diagnosticado de patología funcional en la consulta, el test biomecánico identificó a aquellos con patología funcional con un valor de especificidad del 100% y de sensibilidad de 66,7%, con un AUC de 0,833 (IC 95%: 0,733-0,934;  $p < 0,01$ ) (Figura 2.B).

Patología Funcional Vs Patología Orgánica. Al aplicar el filtro de cribado de patología funcional mediante un umbral de alteración del 50% al grupo formado por pacientes diagnosticados de patología, ya fuera funcional u orgánica, el test biomecánico pudo identificar la patología funcional con una sensibilidad del 66,7% y una especificidad de 98,4%, con un AUC de 0,825 (IC 95%: 0,726-0,924;  $p < 0,01$ ) (Figura 2.C).

Normal Vs con Patología. Por último, se realizó un cribado de los pacientes de los tres grupos con el fin de evaluar si el test de cribado era capaz de identificar la patología (orgánica o funcional) de la ausencia de la misma (grupo normal). Al aplicar el filtro de cribado de patología funcional u orgánica mediante un umbral de alteración del 50%,

el test biomecánico pudo identificar la presencia de cualquier tipo de patología con una sensibilidad de 81,4% y una especificidad de 100%, con un AUC de 0,907 (IC 95%: 0,858-0,957;  $p < 0,01$ ) (Figura 2.D).

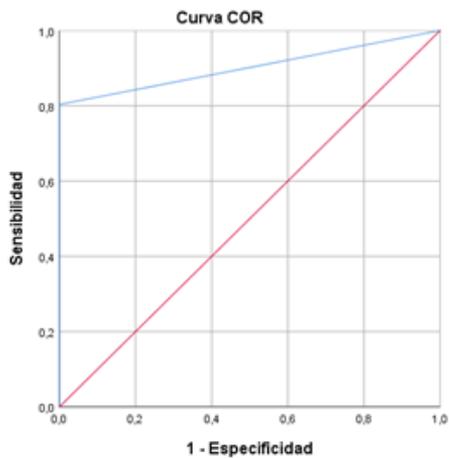
Con el propósito de averiguar si esos filtros de patología son específicos de su categoría - orgánica/funcional-, evaluamos la capacidad de dichos filtros del test biomecánico para identificar la categoría contraria.

Patología Orgánica Vs Normal. Al aplicar el filtro de cribado de patología funcional mediante un umbral de alteración del 50% a la muestra formada por el total de pacientes del grupo normal junto con aquellos del grupo de patología orgánica, el test biomecánico mostró una correlación de la curva ROC casi idéntica a la diagonal de referencia, con un AUC de 0,508 (IC 95%: 0,387-0,629;  $p > 0,1$ ), (Figura 3.A).

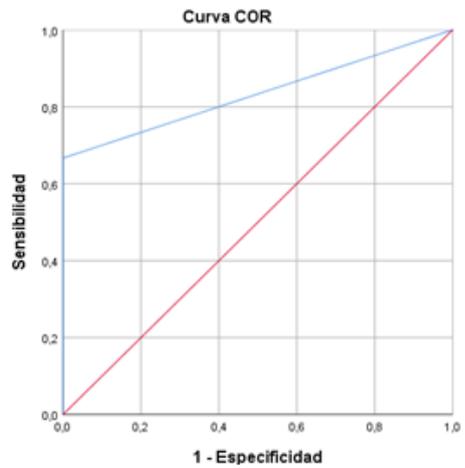
Patología Funcional Vs Normal. Al aplicar el filtro de cribado de patología orgánica mediante un umbral de alteración del 50% a la muestra formada por el total de pacientes del grupo normal junto con aquellos del grupo de patología funcional, el test biomecánico mostró una curva ROC levemente superior a la diagonal de referencia, con un AUC de 0,597 (IC 95%: 0,464-0,730;  $p > 0,1$ ), (Figura 3.B).

Patología Orgánica Vs Patología Funcional. Al aplicar el filtro de cribado de patología

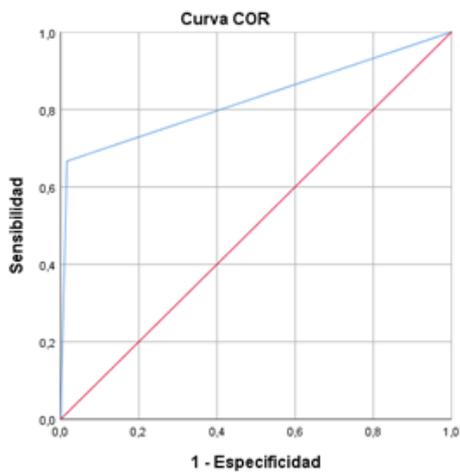
**A. Patología Orgánica vs. Grupo Normal**



**B. Patología Funcional vs. Grupo Normal**



**C. Patología Funcional vs. Patología Orgánica**



**D. Grupo Normal vs. Grupo Patología**

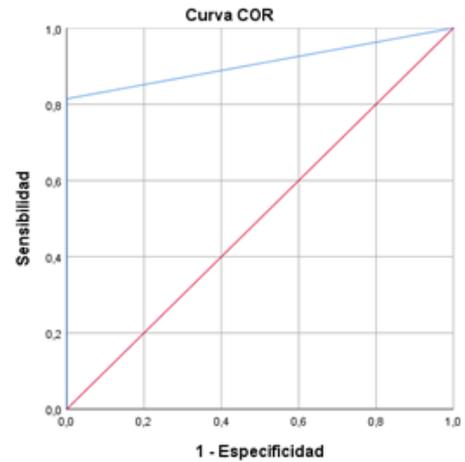


Figura 2. Resultados obtenidos en el análisis estadístico sobre la sensibilidad y especificidad del cribado mediante test biomecánico mediante curvas ROC.

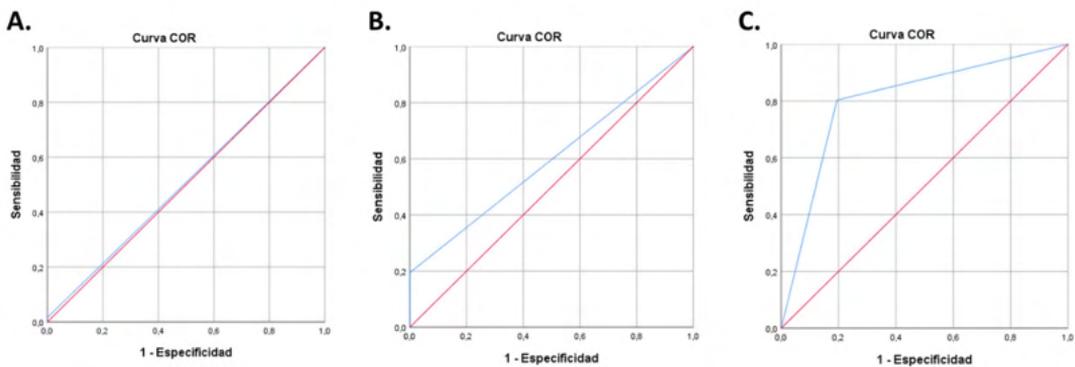


Figura 3. A. Patología orgánica vs Grupo Normal: resultados empleando el cribado de patología funcional. B. Patología funcional vs. Grupo Normal: resultados empleando el cribado de patología orgánica. C. Patología funcional vs. Patología orgánica.

orgánica mediante un umbral de alteración del 50% al grupo formado por pacientes diagnosticados de patología, ya fuera funcional u orgánica, el test biomecánico pudo identificar la patología orgánica con una sensibilidad del 80,3% y una especificidad de 80,6%, con un AUC de 0,804 (IC 95%: 0,710-0,899;  $p < 0,01$ ) (Figura 3.C).

Resultados por patologías. La tabla 2 muestra la distribución de las distintas categorías diagnósticas de la serie presentada. A pesar de que se trata de una distribución muy dispersa, podemos observar que la categoría diagnóstica más prevalente en nuestra muestra fueron los nódulos vocales, representando el 27,8% del total de la patología orgánica, y que en todos los casos fueron identificados como patología

orgánica mediante análisis biomecánico. La sensibilidad de la herramienta para discriminar esta patología fue muy alta (S: 1) y no se obtuvo ningún caso de falso negativo, así como en los casos con diagnóstico de laringitis crónica, leucoplasia y granuloma vocal.

En el resto de las categorías diagnósticas de naturaleza orgánica representadas en la muestra el test biomecánico mostró una sensibilidad superior al 75% para identificarlas como patología orgánica, con la excepción de la voz de bandas.

La sensibilidad promedio de discriminación para todas las categorías diagnósticas de patología, orgánicas o funcionales, fue del 85%.

| Patología                 | N° Casos  | Resultado del Cribado (Umbral > 50%) |           |     | Sensibilidad |
|---------------------------|-----------|--------------------------------------|-----------|-----|--------------|
|                           |           | Norm                                 | Patología |     |              |
|                           |           |                                      | Func      | Org |              |
| Voz de Bandas+ Laringitis | 2         | 1                                    | 0         | 1   | 0,50         |
| Edema de Reinke           | 8         | 2                                    | 1         | 5   | 0,75         |
| Disfonía Espasmódica      | 1         | 0                                    | 1         | 0   | 1,00         |
| Granuloma vocal           | 2         | 0                                    | 0         | 2   | 1,00         |
| Laringitis crónica        | 9         | 0                                    | 0         | 9   | 1,00         |
| Leucoplasia vocal         | 4         | 0                                    | 0         | 4   | 1,00         |
| Nódulos vocales           | 17        | 0                                    | 0         | 17  | 1,00         |
| Parálisis vocal           | 4         | 1                                    | 1         | 2   | 0,75         |
| Paresia vocal             | 3         | 0                                    | 1         | 2   | 1,00         |
| Pólipo vocal              | 4         | 1                                    | 1         | 2   | 0,75         |
| Quiste vocal              | 2         | 1                                    | 0         | 1   | 0,50         |
| Sulcus vocalis            | 5         | 1                                    | 0         | 4   | 0,80         |
| Funcional                 | 36        | 11                                   | 24        | 1   | 0,70         |
| <b>Total</b>              | <b>97</b> |                                      |           |     | <b>0,85</b>  |

Tabla 2. Muestra las patologías incluidas en la muestra, su incidencia, el número de casos identificados como falsos negativos (Norm.) y la sensibilidad en el cribado para el tipo funcional y el orgánico. Abreviaturas: Norm.: normalidad; Func.: Funcional; Org.: Orgánica.

## DISCUSIÓN

Como describimos en la introducción, los objetivos de este estudio son evaluar la capacidad discriminativa del test de cribado R1 de análisis biomecánico para identificar a pacientes con patología de la voz y, determinar si el punto de corte determinado por la herramienta es adecuado ofrece unos niveles adecuados de sensibilidad y especificidad.

El umbral de alteración establecido por la herramienta como determinante de patología es el 50%. Los trastornos por debajo de este umbral son considerados por ella como una alteración leve, con un bajo impacto glótico. Un umbral de alteración de 0% establecería como patológico cualquier valor diferente a una biomecánica vocal de normalidad absoluta, que es extremadamente improbable en el análisis de voz.

Al analizar los puntos de corte proporcionados en el análisis de las curvas ROC podemos observar que el punto en el que convergen la sensibilidad y especificidad más altas oscilan en torno al 50% (Tabla 1), mientras que, a medida que bajamos dicho umbral la especificidad baja, aumentando el número de falsos positivos, mientras que al subir dicho umbral es la sensibilidad la que desciende, incrementando el número de falsos negativos. Por tanto, a la luz de estos resultados cabe concluir que el umbral del 50% predeterminado por la herramienta para establecer la categoría de patología es adecuado.

Al evaluar la capacidad del test de cribado biomecánico para discriminar sujetos con patología vocal del grupo de sujetos sanos, el análisis realizado mediante curvas ROC muestra buenos índices de sensibilidad y especificidad -muy alejados de la diagonal de referencia- y un área bajo la curva que en ningún caso es inferior al 80%, con una significación estadística inferior a 0,01 (Figuras 2.A, B y D).

Lo anteriormente descrito establece la capacidad de los filtros de patología - orgánica/funcional- del test de cribado para identificar su respectivo grupo respecto al grupo de normalidad, filtros que muestran ser específicos para los patrones de alteración funcional y orgánico, es decir, que el filtro del test biomecánico para la patología orgánica tiene una alta capacidad para detectar la patología orgánica, y no la funcional, mientras que el filtro para la patología funcional tiene una alta capacidad para detectar la patología funcional, y no la orgánica.

Por otro lado, al comprobar la capacidad del test de cribado para determinar en el grupo de patología el patrón de producción vocal alterado entre funcional y orgánico, observamos que la sensibilidad de detección de patología funcional de su filtro homónimo es del 66,7%, mientras que la sensibilidad de detección de patología orgánica, aplicando el filtro de patología orgánica es superior (80,3%), lo que podemos interpretar por el hecho de que, ante la presencia de una categoría diagnóstica orgánica, es muy común que exista además un patrón vocal funcional patológico - como origen de la patología o como consecuencia de la misma<sup>14</sup>- que es identificado en el cribado, provocando un descenso en su sensibilidad, mientras que ante la presencia de una categoría diagnóstica funcional no sucede lo contrario.

Esta implicación de la alteración funcional del patrón vocal también se observa al analizar las distintas categorías diagnósticas de patología vocal (Tabla 2), que si bien son identificadas de manera correcta con unos valores de sensibilidad en general altos ( $S > 70\%$ ), se muestran en ocasiones identificados en la categoría biomecánica contraria. Esto puede responder a la propia naturaleza de la patología funcional, que se define como una alteración de la función vocal y de las características acústicas de la

voz -timbre, intensidad y frecuencia-, sin que exista inicialmente una patología orgánica asociada. La disfonía funcional consiste en un mal uso de la voz cuya alteración no está consolidada ni es observable<sup>14</sup>.

Todo esto hace que el proceso de identificación de la patología funcional, aunque complejo, sea muy relevante por tratarse en muchas ocasiones de una fase que, de mantenerse en el tiempo, suele anteceder a la aparición de lesiones orgánicas<sup>15</sup>, lo que aumenta la importancia de su detección precoz.

Aunque el número de casos por patología es bajo y eso hace difícil establecer conclusiones, el análisis biomecánico se presenta como una herramienta eficaz para la identificación de patrones de producción vocal concretos<sup>16</sup>, e incluso puede tener capacidad para la discriminación de patologías concretas<sup>17</sup>.

Sin embargo, debido a la individualidad del patrón de producción vocal y de las lesiones vocales, factores como el tamaño o el grado de la lesión y la compensación realizada por el paciente pueden alejar el resultado del análisis biomecánico de estas lesiones del grupo que les corresponde por el análisis visual.

Un ejemplo de ello en nuestra muestra es el caso de un paciente con diagnóstico clínico de disfonía funcional que en el cribado biomecánico es identificado como disfonía orgánica. El análisis del estudio por imagen ofrece una explicación detallada para este caso. Se aprecia que el paciente tiene un defecto de cierre glótico y una compensación parcial de las bandas ventriculares (Figura 4.A) que se superponen al cierre glótico. Estas bandas ventriculares generan un efecto masa que interfiere en la columna de aire y en la onda sonora generada en las cuerdas vocales<sup>18</sup>, interpretándose ese mecanismo de compensación como una lesión orgánica en el análisis biomecánico. La participación de las bandas ventriculares es frecuente

en patologías con incompetencia glótica, en las que el paciente utiliza el mecanismo supraglótico para intentar conseguir un cierre efectivo -participación parcial- o incluso una fuente de sonoridad -voz de bandas-.

Para la identificación biomecánica de una lesión con la herramienta empleada, ésta debe tener un efecto directo en el cierre glótico<sup>12</sup>. Es decir, lesiones con ubicación en la cara superior del pliegue vocal o de posicionamiento supraglótico durante la fonación, pueden tener un bajo impacto en el cribado de la patología. Este efecto se observa frecuentemente en determinados tipos de pólipos pediculados o gelatinosos<sup>19</sup> que a pesar de su tamaño permiten el cierre glótico dejando la lesión durante la fonación en los planos supra o infraglóticos (Figura 4.B).

La evaluación de la patología vocal es compleja, a pesar de la multitud de métodos disponibles para abordar el estudio del paciente con disfonía. Incluso la determinación de un patrón vocal de normalidad es difícil de definir, motivo por el que se reclama la necesidad de determinar unos parámetros consensuados de análisis en el estudio de la voz<sup>20</sup>. Con frecuencia encontramos discrepancias entre los métodos de análisis empleados<sup>21</sup>, y la propia exploración visual puede pasar por alto lesiones propiciando un diagnóstico de patología funcional en un caso de alteración orgánica.

El análisis biomecánico a través del modelado vocal<sup>10,11</sup> se presentan como una metodología adicional para el estudio de la disfonía, y, a tenor de los resultados obtenidos en este estudio, el test R1 de *Voice Clinical Systems* se muestra como una técnica válida en la evaluación y cribado de la patología vocal que puede integrarse en la evaluación del paciente con disfonía. Si bien sus resultados deben ser interpretados por profesional entrenado, y no debe sustituir a la exploración del paciente, la detección de patrones vocales de alteración

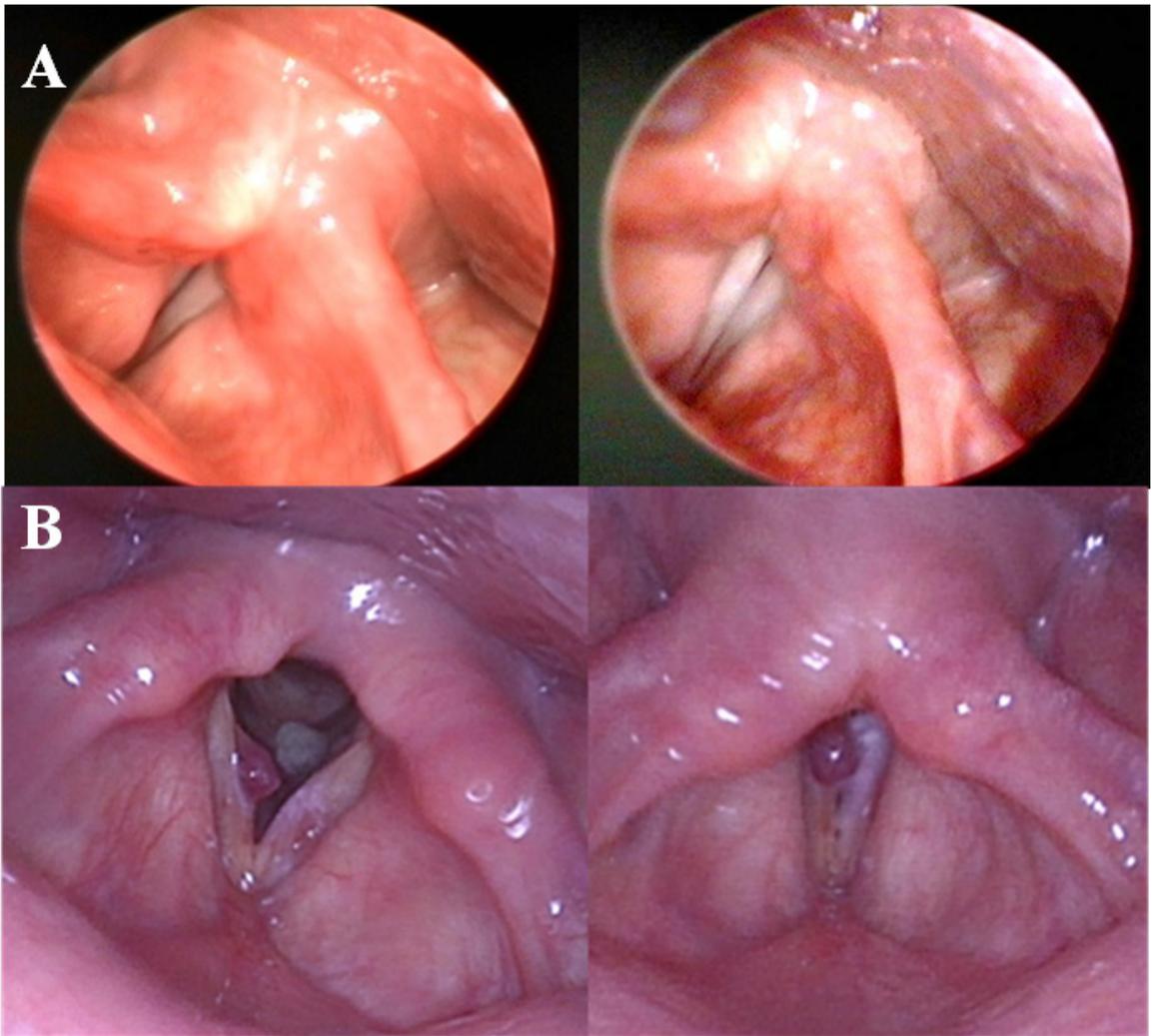


Figura 4. A. Estudio por imagen del paciente RSV012 diagnosticado de disfonía funcional con defecto de cierre glótico y participación parcial de bandas ventriculares, sin llegar a la realización de una voz de bandas. B. Captura de imagen del paciente RSV123 con diagnóstico de pólipo en cuerda vocal derecha. Obsérvese cómo durante el cierre la lesión se desplaza al espacio supraglótico permitiendo el contacto entre los pliegues.

que proporciona permite orientar la estrategia terapéutica y la derivación del paciente hacia la consulta especializada.

## CONCLUSIONES

El estudio realizado ofrece unos resultados que permiten considerar al análisis biomecánico como una herramienta válida para el cribado de la patología de voz, incluso para discriminar la patología funcional.

El umbral de alteración óptimo para la determinación de la condición de normalidad o patología ha demostrado ser del 50%.

Los resultados ofrecidos por el test de cribado deben ser interpretados por un profesional sanitario, ya que ofrecen una información adicional que se revela como crucial para la identificación de los sujetos que se encuentran el límite del umbral de normalidad y para la caracterización de la patología.

El cribado biomecánico se postula además como una herramienta útil para monitorizar la evolución del paciente con patología de voz y es una ayuda efectiva en la toma de decisiones que lleva a derivar al paciente hacia la atención especializada.

## CONFLICTOS DE INTERÉS

Ninguno.

## REFERENCIAS

1. Ceballos Pedraja, JM. Disfonía: proceso asistencial integrado. (2002). Consejería de Salud. Sevilla.
2. Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT), O.A., M.P. (2017). Guía clínica para el abordaje de la disfonía crónica en Medicina Primaria y Medicina del Trabajo. INSSBT. Madrid.
3. Le Huche, F, Allali, A. Tomo 2: La voz: Patología de origen funcional. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2003.
4. Roy N, Merrill RM, Gray SD, Smith EM. (2005). Voice disorders in the general population: prevalence, risk factors, and occupational impact. *Laryngoscope*. 2005;115(11):1988-1995. doi:10.1097/01.mlg.0000179174.32345.41
5. Lyberg Åhlander V, Rydel, R, Fredlund P, Magnusson C, Wilén S. (2018). Prevalence of Voice Disorders in the General Population, based on the Stockholm Public Health Cohort. 10.13140/RG.2.2.35192.08963.
6. Elhendi H Wasim, Caravaca G Antonio, Santos P Sofía. (2012). Medición de la discapacidad vocal en los pacientes con disfonías funcionales. *Rev*.
7. Kenny C. Dysphonia and Vocal Tract Discomfort While Working From Home During COVID-19 [published online ahead of print, 2020 Oct 16]. *J Voice*. 2020;S0892-1997(20)30384-2. doi:10.1016/j.jvoice.2020.10.010
8. Verdolini, Katherine & Ramig, Lorraine. (2001). Review: Occupational risks for voice problems. *Logopedics, phoniatrics, vocology*. 26. 37-46. 10.1080/140154301300109125.
9. Al-Nasheri A, Muhammad G, Alsulaiman M, Ali Z. Investigation of Voice Pathology Detection and Classification on Different Frequency Regions Using Correlation Functions. *J Voice*. 2017;31(1):3-15. doi:10.1016/j.jvoice.2016.01.014

10. Gomez P, Fernandez-Baillo R, Nieto A; Diaz F, Fernandez Camacho FJ, Rodellar V, Alvarez A, Martinez R. (2007). Evaluation Of Voice Pathology Based On The Estimation Of Vocal Fold Biomechanical Parameters. *The Journal Of Voice*. 21. 450-76. Elsevier. 0892-1997
11. Gomez P, Fernandez-Baillo R, Rodellar V, Nieto V, Alvarez A, Mazaira L. M, Martinez, R, Godino J.I. (2009). Glottal Source Biometrical Signature For Voice Pathology Detection. *Speech Communication*. 51. 759-81. Elsevier. 2009. 0167-6393.
12. Ruíz Galea I, Fernández-Baillo R, Ramirez Calvo C (2017). VoiceClinicalSystems [Internet]. Disponible en: <https://www.voicecs.com/es>.
13. Faustino Núñez-Batalla, F, Corte-Santosb, P, Señaris-González, B., Llorente-Pendás, JL., Carmen Górriz-Gil, Carlos Suárez-Nieto, C. (2007). Adaptación y validación del índice de incapacidad vocal (VHI-30) y su versión abreviada (VHI-10) al español. *Acta Otorrinolaringológica Española*. Vol. 58. N° 9. 2007. 386-392
14. Behlau M, Madazio G, Oliveira G. Functional dysphonia: strategies to improve patient outcomes. *Patient Relat Outcome Meas*. 2015;6:243-253. Published 2015 Dec 1. doi:10.2147/PROM.S68631.
15. Wilson JA, Deary IJ, Scott S, MacKenzie K. (1995). Functional dysphonia. *BMJ*. 1995 Oct 21;311(7012):1039-40. doi: 10.1136/bmj.311.7012.1039. PMID: 7580648; PMCID: PMC2551359.
16. Cardoso I, Fernández-Baillo R, Frutos B, Vittar C, Rodríguez A. Análisis biomecánico del patrón de producción vocal en estudiantes de interpretación. *An Orl Mex*. 2021; 66 (1): 15-25. doi.org/10.24245/aorl.v66i1.4602
17. Cardoso I. (2020). Diagnóstico y Caracterización del Edema de Reinke a Través del Estudio Biomecánico de la Voz. *Comunicación Personal*. 71 Congreso Nacional de la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de cabeza y Cuello, Octubre 2020.
18. Aronson A.E., Bless D.M. *Clinical Voice Disorders*. 4th ed. New York, Stuttgart: Thieme; 2009;p.6.
19. Kleinsasser O.(1960). *Microlaringoscopia y microcirugía endolaríngea. Técnica y atlas de imágenes típicas*. Madrid-Barcelona: Medico-Científica.
20. Kreiman J, Gerratt BR, Garellek M, Samlan R, Zhang Z. Toward a unified theory of voice production and perception. *Loquens*. 2014;1(1):e009. doi:10.3989/loquens.2014.009.
21. Akbulut S, Altintas H, Oguz H. Videolaryngostroboscopy versus microlaryngoscopy for the diagnosis of benign vocal cord lesions: a prospective clinical study. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2015;272(1):131-136. doi:10.1007/s00405-014-3181-5.