



# Análisis biomecánico del patrón de producción vocal en estudiantes de interpretación

## Biomechanical analysis of the pattern of vocal production in students of interpretation.

Isabel Cardoso,<sup>1</sup> Roberto Fernández-Baíllo,<sup>3</sup> Begoña Frutos,<sup>4</sup> Carolina Vittar,<sup>5</sup> Ángel Rodríguez-Paramás<sup>2</sup>

### Resumen

**ANTECEDENTES:** Los trastornos en la producción vocal en profesionales de la interpretación son frecuentes y tienen importante repercusión en su calidad de vida.

**OBJETIVO:** Establecer un sistema de detección y cribado mediante análisis biomecánico de conductas de producción vocal inadecuadas en estudiantes de interpretación.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** Estudio prospectivo, descriptivo, observacional realizado a estudiantes de interpretación de la Real Escuela Superior de Arte Dramático de Madrid (RESAD), España, sometidos a análisis biomecánico completo de índices de alteración mediante la herramienta App Online Lab<sup>®</sup> de Voice Clinical Systems<sup>®</sup>.

**RESULTADOS:** Se evaluaron 54 estudiantes, de los que 30 eran mujeres y 24 hombres. En las mujeres, el 83.3% tuvo una caída patológica de la eficiencia vocal, junto con una conducta biomecánica hiperfuncional en el 70% de los casos, con impacto glótico excesivo en el 33.3%. En los hombres, el patrón vocal se caracterizó por un índice de hiperfunción vocal del 66.7% de los casos, con eficiencia glótica superior a la de la serie femenina, pero un impacto glótico excesivo que afectaba al 58.3% de la serie.

**CONCLUSIONES:** El cribado vocal mediante análisis biomecánico de los estudiantes de la RESAD de Madrid muestra un patrón vocal común con conducta hiperfuncional, con impacto glótico que requiere corrección para evitar la aparición de enfermedades de los pliegues vocales.

**PALABRAS CLAVE:** Voz; pliegues vocales.

### Abstract

**BACKGROUND:** Voice production diseases in performers are frequent and usually lead to an important damage in life quality.

**OBJECTIVE:** To set biomechanical analysis as a systematic screening test to detect inadequate vocal production patterns in drama school students.

**MATERIALS AND METHODS:** A prospective, descriptive, observational study, which was carried out at the Royal Higher School of Dramatic Art of Madrid (RESAD), Spain, evaluating the alteration pattern of voice production by biomechanical analysis tool App Online Lab<sup>®</sup> by Voice Clinical Systems<sup>®</sup> in students.

**RESULTS:** There were evaluated 54 students; 30 of them were women and 24 men. In case of women, 83.3% showed a pathological decrease in voice efficiency; 70% showed hyperfunction in biomechanical pattern and 33.3% showed excessive glottic impact. Regarding men, voice pattern was defined by hyperfunction in 66.7% of cases, with higher glottic efficiency than women and excessive glottic impact affecting 58.3% of series.

<sup>1</sup> Otorrinolaringóloga adjunta, Departamento de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello.

<sup>2</sup> Otorrinolaringólogo, Jefe del Departamento de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello.

Hospital Vithas Nuestra Señora de América, Madrid, España.

<sup>3</sup> Profesor titular del Departamento de Medicina, Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas y de la Salud, Universidad Europea de Madrid, España.

<sup>4</sup> Profesora titular de técnica vocal, Departamento de Voz y Lenguaje, Real Escuela Superior de Arte Dramático, Madrid, España.

<sup>5</sup> Fonoaudióloga-logopeda titular, Colegio de Logopedas de Madrid, España.

**Recibido:** 3 de agosto 2020

**Aceptado:** 20 de octubre 2020

### Correspondencia

Isabel Cardoso  
isabelcardosolopez@hotmail.com

**Este artículo debe citarse como:** Cardoso I, Fernández-Baíllo R, Frutos B, Vittar C, Rodríguez-Paramás A. Análisis biomecánico del patrón de producción vocal en estudiantes de interpretación. An Orl Mex. 2021; 66 (1): 15-25. <https://doi.org/10.24245/aorl.v66i1.4602>

**CONCLUSIONS:** Voice screening with biomechanical analysis carried out at this group of students from Royal Higher School of Dramatic Art of Madrid shows a common voice production pattern with hyperfunction and glottic impact that requires treatment to avoid the development of vocal fold pathologies.

**KEYWORDS:** Voice; Voice folds.

## ANTECEDENTES

En la actualidad la incidencia de enfermedad vocal está en aumento, lo que se debe fundamentalmente al uso inadecuado de la voz, así como a la importante incidencia de hábitos tóxicos.<sup>1</sup> Se calcula que las enfermedades de la voz afectan de manera global en torno al 5-10% de la población,<sup>2</sup> con variable grado de severidad y necesidad de atención médica. Cualquier tipo de disfunción vocal tiene un efecto directo en la calidad de vida del individuo, limitando sus posibilidades laborales y afectando su vida social.<sup>3</sup>

Este efecto es mayor en los colectivos que hacen uso profesional de la voz, en los que, además, el riesgo de enfermedad vocal es considerablemente superior al de la población general.<sup>4,5</sup>

En el caso de los actores, existe una destacable relación entre la aparición de enfermedad vocal y la falta de formación especializada en el uso de la voz, especialmente en los profesionales dedicados a la actuación en directo.<sup>6</sup>

Por este motivo, conocer el patrón de producción vocal en los profesionales de la interpretación se plantea imprescindible, para establecer un adecuado programa de formación en técnica vocal.

El estudio biomecánico de la señal de voz analiza los factores mecánicos y estructurales que

participan en el desarrollo del movimiento del borde libre de los pliegues vocales, reflejando, por un lado, el modelo de producción vocal del individuo y, por otro, la estructura de los pliegues vocales, que variará ante la existencia de enfermedad.<sup>7</sup>

El objetivo de este estudio es establecer el patrón de producción vocal en un entorno de adiestramiento y uso profesional de la voz, como es la Real Escuela Superior de Arte Dramático (RESAD) de Madrid, España, mediante evaluación con análisis biomecánico, y valorar la eficacia del análisis biomecánico en el cribado de la enfermedad vocal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio prospectivo, observacional, descriptivo de una muestra de estudiantes de la Real Escuela Superior de Arte Dramático (RESAD) de Madrid, España, a lo largo del mes de octubre de 2019.

El estudio fue presentado y aprobado por la dirección de la RESAD en junio de 2019. Todos los individuos evaluados accedieron de manera expresa al análisis y estudio mediante firma de documento de consentimiento informado.

### Equipo de análisis biomecánico

La toma de muestras de la señal vocal se realizó mediante dispositivo móvil Samsung Galaxy S8,



con micrófono externo Saramonic SmartMic Professional TRRS Condenser Microphone.

El análisis biomecánico se realizó a través de la herramienta App Online Lab<sup>®</sup> proporcionada por Voice Clinical Systems<sup>®</sup>, versión 1.4.0 para dispositivo Android.

### Procedimiento

Con la aplicación abierta y tras conectar el micrófono al dispositivo móvil se coloca a una distancia de unos 20-30 cm de la boca del paciente y se le pide al paciente que emita una fonación /a/ en su tono natural durante 4 segundos, a intensidad y tono confortables, vigilando que la amplitud de la señal varíe en torno al 50%. **Figura 1**

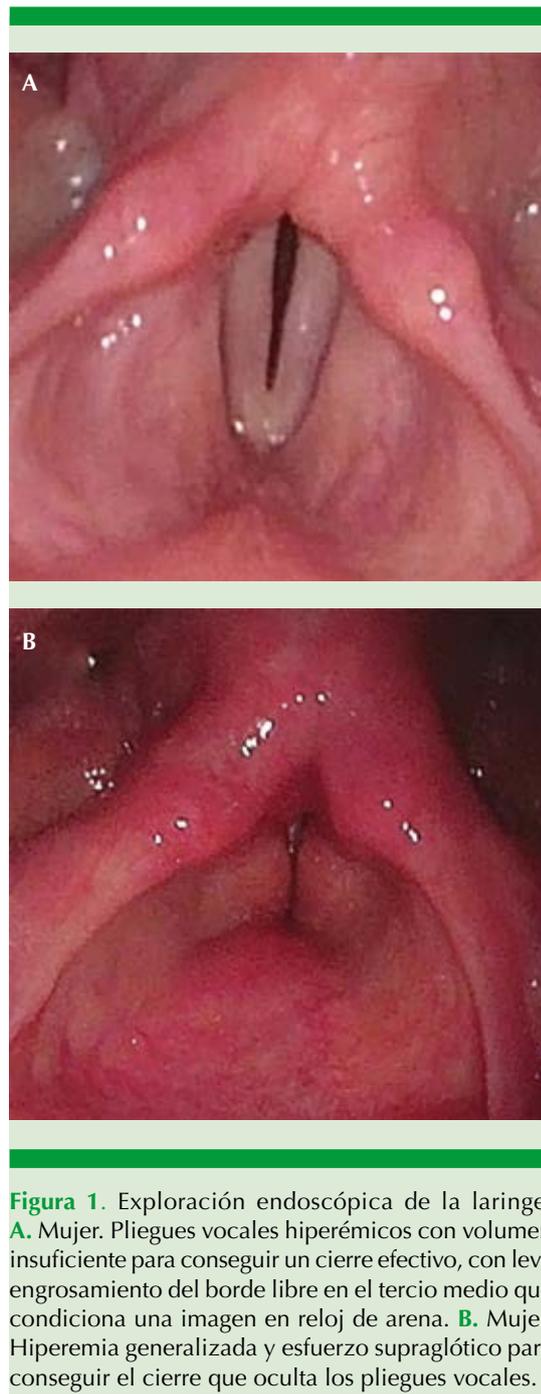
Una vez recogida la muestra se solicitó informe biomecánico completo R3 del que se obtuvo una valoración cuantitativa de 20 parámetros biomecánicos, cuyo rango de normalidad está establecido en función de la edad y del género.<sup>7</sup>

### Equipo de análisis visual

Equipo de torre de videolaringoscopia flexible Olympus Visera Elite OTV-S190 de chip en punta con fuente de luz estroboscópica Strobolux III de Optomic y capturador de imagen Game Capture HD II de AVerMedia.

### RESULTADOS

Se recogieron muestras de 54 pacientes, de los que 24 eran hombres y 30 mujeres de entre 16 y 29 años de edad, con media de edad de 20.2 años y moda de 18 años.



**Figura 1.** Exploración endoscópica de la laringe. **A.** Mujer. Pliegues vocales hiperémicos con volumen insuficiente para conseguir un cierre efectivo, con leve engrosamiento del borde libre en el tercio medio que condiciona una imagen en reloj de arena. **B.** Mujer. Hiperemia generalizada y esfuerzo supraglótico para conseguir el cierre que oculta los pliegues vocales.

Del total de estudiantes evaluados, todos comenzaban el primer curso de interpretación en la escuela, excepto 12 que correspondían al tercer curso.

### Parámetros biomecánicos del índice de alteración. Cuadros 1 y 2

#### Frecuencia fundamental (F0)

En el caso de los varones, la F0 varió entre 89.1 y 164.6 Hz, con promedio de 119.70 Hz, con un solo caso fuera del rango de normalidad.

En las mujeres, la F0 varió entre 172.9 y 254.9 Hz, con promedio de 218.61 Hz, sin

ningún caso de F0 fuera del rango de normalidad.

#### Armonía del movimiento del borde libre (Pr02 y Pr03)

Este grupo evalúa la armonía del movimiento del borde libre de los pliegues vocales, tanto del un pliegue vocal respecto al otro comparando la fase de cerrando de distintos (Pr02), como la asimetría de borde libre en la fase de abierto (Pr03).

De todos los alumnos evaluados, solo 9 mostraron alteraciones en al menos un parámetro de la

**Cuadro 1.** Análisis de los resultados obtenidos en los parámetros biomecánicos del índice de alteración<sup>7</sup> de la muestra de hombres

Núm.	Parámetro biomecánico	Intervalo normal en hombres	Resultados en hombres (intervalo)	Núm. de pacientes en intervalo normal	N bajo rango	N sobre rango
Pr01	Frecuencia fundamental (Hz)	95-159		23	0	1
Pr02	Relación de ciclos en cerrando CVD/CVI (UR)	> 0.33	0.3-1	21	3	-
Pr03	% de asimetría	0	0-67.1	21		3
Pr04	Duración fase de cerrado (%)	28-77	39.6-80.4	23	0	1
Pr05	Duración fase de abierto (%)	22-71	19.6-60.4	23	1	0
Pr08	Índice de tensión (UR)	(0.69-45)	6.4-397.1	12	0	12
Pr09	Fuerza de cierre glótico (UR)	43-2100	345.2-21167.5	19	0	15
Pr10	Índice de eficiencia (UR)	1-2,7	0.4-3.5	13	10	1
Pr11	Amplitud de gap (UR)	(-0.013)	(-0.1069)-0	14		10
Pr12	Tamaño de gap (%)	(1-35)	0-49.6	22		2
Pr13	Índice de inestabilidad (UR)	< 30	0.5-39.5	22		2
Pr14	Índice de amplitud (UR)	0.1-2.2	1-7.6	9	0	15
Pr17	Adecuación de la onda mucosa en fase de cerrado (UR)	(-56-90)	-49.6-60	24	0	0
Pr18	Adecuación de la onda mucosa en fase de abriendo (UR)	0-200	0-500	16	0	8
Pr19	Índice de desequilibrio estructural (UR)	75-85	48.8-95	12	0	12
Pr20	Índice de alteración de masa (UR)	0	0-8.6	22	0	2

UR: unidades relativas.

**Cuadro 2.** Análisis de los resultados obtenidos en los parámetros biomecánicos del índice de alteración<sup>7</sup> de la muestra de mujeres

Núm.	Parámetro biomecánico	Intervalo normal en mujeres	Resultados en mujeres (intervalo)	Núm. de pacientes en intervalo normal	N bajo rango	N sobre rango
Pr01	Frecuencia fundamental (Hz)	160-206	172.9-254.9	30	0	0
Pr02	Relación de ciclos en cerrando CVD/CVI (UR)	> 0.33	0.5-1	29	1	-
Pr03	% de asimetría	0	0-75.4	26		4
Pr04	Duración fase de cerrado (%)	50-75	43.2-72.2	25	5	0
Pr05	Duración fase de abierto (%)	25-50	27.8-56.8	25	0	5
Pr08	Índice de tensión (UR)	0.46-44	26.6-549.3	16	0	14
Pr09	Fuerza de cierre glótico (UR)	40-1360	531.2-35271.7	9	0	21
Pr10	Índice de eficiencia (UR)	1-2.3	0.4-1.6	5	25	0
Pr11	Amplitud de gap (UR)	-0.005	(-0.1176)-0	21	9	0
Pr12	Tamaño de gap (%)	(1-32)	13.2-69	27		3
Pr13	Índice de inestabilidad (UR)	> 21	0-13.3	30		0
Pr14	Índice de amplitud (UR)	0.09-2.20	0.6-15.2	13		17
Pr17	Adecuación de la onda mucosa en fase de cerrado (UR)	(-40-90)	-69-66.7	27	3	0
Pr18	Adecuación de la onda mucosa en fase de abriendo (UR)	0-200	0-200	28	0	2
Pr19	Índice de desequilibrio estructural (UR)	< 95	28.4-95	20	0	10
Pr20	Índice de alteración de masa (UR)	0	0	30	0	0

UR: unidades relativas.

armonía del movimiento de los bordes libres de los pliegues vocales, de los que 5 fueron mujeres y 4 hombres.

#### *Duración de las fases del ciclo vocal (Pr04 y Pr05)*

Establece el porcentaje de duración de cada fase del ciclo vocal. Los parámetros referentes a la duración de las subfases de abriendo y cerrando (Pr06 y Pr07) se excluyeron por la baja relevancia en los casos estudiados.

En la serie masculina, encontramos desequilibrio en las fases del ciclo vocal en un caso a costa del aumento de la duración de la fase de cerrado,

mientras que en la serie femenina el desequilibrio se manifestó en cinco casos (16.7%), todos a costa de la disminución de la duración de la fase de cerrado.

#### *Tensión y fuerza del cierre glótico (Pr08 y Pr09)*

Expone en unidades relativas los parámetros de tensión y fuerza en el borde libre durante el cierre glótico.

En la serie masculina encontramos que la mitad de los alumnos tuvieron exceso de tensión y el 62.5% exceso de fuerza glóticas. Si separamos a los estudiantes por cursos, vemos cómo en el

caso de los alumnos de primer año, la existencia de un exceso de tensión, fuerza glóticas o ambas de grado severo fue del 58.8%, mientras que entre los alumnos del tercer curso fue de 71.42%.

### Cuadro 3

Respecto a la serie femenina, tan solo el 30% de los casos mostraron parámetros de tensión y fuerza dentro del rango normal, mientras que el restante 70% mostró afectación grave por exceso de tensión y fuerza de cierre glótico. Al comparar los estudiantes de primer curso con los de tercero, encontramos que el porcentaje de afectación grave en el segundo grupo cayó al 40%, mientras que en el grupo de estudiantes de primer año la afectación severa se mantuvo en el 76%.

#### Capacidad para conseguir el cierre glótico (Pr10-Pr12)

Mientras que el índice de eficiencia (Pr10) evalúa la capacidad de los pliegues vocales para realizar una apertura que permita un paso de aire suficiente y un cierre glótico óptimo para la producción de la voz, los parámetros (Pr11) y (Pr12) reflejan la existencia de gap en función de su amplitud (Pr11) y de la superficie glótica implicada (Pr12).

Respecto a los parámetros de eficiencia se encontró una clara diferencia entre el grupo de hombres y el de mujeres. Mientras que la serie femenina mostró claro predominio de déficit

de eficiencia vocal, con 83.3% de defecto de eficiencia y ningún caso de exceso de eficiencia, en el caso de los hombres encontramos parámetros dispares, con 41.7% de casos de defecto de eficiencia vocal y un solo caso de eficiencia por encima de los parámetros normales.

Respecto a la incapacidad para conseguir el cierre glótico completo, manifestada con la existencia de un gap del espacio glótico, encontramos que afectaba al 33.3% de la serie femenina y al 41.7% de la masculina.

#### Inestabilidad vocal (Pr13)

Refleja el grado de dificultad de los bordes libres para mantener la tensión durante el cierre glótico. En términos generales, las muestras recogidas tuvieron niveles de inestabilidad vocal muy reducidos, con tan solo dos casos en la serie total.

#### Amplitud del recorrido del pliegue a lo largo del ciclo vocal (Pr14)

Hace referencia al espacio entre los pliegues vocales en su recorrido desde la posición de apertura a la de cierre. En la muestra recogida se observó en líneas generales un exceso de la amplitud que afectaba alrededor del 60% de la muestra, sin diferencia significativa entre sexos.

**Cuadro 3.** Comparación de la prevalencia de parámetros de hiperfunción vocal (Pr08 y Pr09) entre hombres y mujeres en relación con el curso

Núm.	Parámetro biomecánico	Núm. de mujeres por encima de rango normal		Núm. de hombres por encima de rango normal	
		Primer curso	Tercer curso	Primer curso	Tercer curso
Pr08	Índice de tensión (UR)	13/25 (52%)	1/5 (20%)	8/17 (47%)	4/7 (57.1%)
Pr09	Fuerza de cierre glótico (UR)	19/25 (76%)	2/5 (40%)	10/17 (58.5%)	5/7 (71.4%)

UR: unidades relativas.



### *Comportamiento de la onda mucosa durante el ciclo vocal (Pr17 y Pr18)*

Evalúa las características de la onda mucosa a lo largo de las fases del ciclo vocal. Este grupo valora bien la existencia de edema de los pliegues vocales, que mostrarían aumento de los parámetros. Sin embargo, cuando están disminuidos refleja rigidez de los pliegues. Los parámetros índice de la onda mucosa en cerrado Pr15 e índice de la onda mucosa en abriendo Pr16 del informe completo de índices de alteración se excluyeron de los resultados por quedar representados respectivamente en los parámetros Pr17 y Pr18 para así evitar información redundante.

En el caso de los alumnos de la serie masculina se observó exceso patológico del parámetro de adecuación de la onda mucosa en fase de abriendo en la tercera parte de los casos.

Respecto a la serie femenina encontramos poco grado de afectación, con apenas tres casos con disminución de la adecuación de la onda mucosa en fase de cerrado y dos con alteración de la adecuación de la onda mucosa en fase de abriendo.

### *Contacto glótico y efecto masa en el borde libre durante el cierre (Pr19 y Pr20)*

Evalúa la existencia de un efecto masa en el borde libre durante el cierre glótico. Requiere contacto entre los pliegues.

Al evaluar el impacto glótico de los pliegues vocales en el momento del cierre glótico se observa que en el caso de la serie masculina más de la mitad de los alumnos tenía una alteración del cierre glótico con valores en rango de enfermedad, que indican un contacto irregular o la existencia de un efecto masa leve, no consolidado (Pr19), que no retrasaba o imposibilitaba el cierre glótico. Tan sólo en dos de los casos

se obtuvieron valores que señalaban un efecto masa consolidado con afectación del contacto glótico (Pr20).

En la serie femenina, la alteración del contacto glótico fue siempre en grado leve o no consolidado (Pr19), y afectó a la tercera parte de la muestra total de alumnas evaluadas.

### **Análisis biomecánico comparado con análisis visual**

Tras el cribado mediante análisis biomecánico realizado se propuso a toda la serie de alumnos de tercer año la evaluación mediante análisis visual por videolaringoscopia flexible. Del total de 12 alumnos, 9 accedieron a la exploración laríngea. **Cuadro 4**

En la exploración visual bajo luz estroboscópica se observaron pliegues vocales con volumen insuficiente en 5 casos, con aparición de lesiones del borde libre en 6 casos, tratándose en 3 casos de alteraciones estructurales de pequeño tamaño (micronódulos) y otros 3 de nódulos vocales consolidados. En dos casos se observó una estructura asimétrica de los pliegues vocales, en un caso (N2) por atrofia de uno de los pliegues y en otro (N7) por presencia de nódulos asimétricos, con mayor volumen del izquierdo. La hiperemia vocal y el sobreesfuerzo con hiperfunción supraglótica fueron casi constantes. En 4 casos se detectó en la exploración gap glótico, en todos los casos leve. En general, no hubo alteración de la onda mucosa.

### **DISCUSIÓN**

En 1998 el estudio de la población activa de Estados Unidos<sup>8</sup> reveló que aproximadamente el 25% de la población hacía uso profesional de la voz. Esta cifra nos da una idea de la importancia que tiene la voz en la sociedad y en la actividad profesional.

**Cuadro 4.** Análisis comparativo entre los resultados obtenidos en los parámetros biomecánicos del índice de alteración<sup>7</sup> y de los hallazgos endoscópicos de todos los estudiantes de tercer curso que acudieron a evaluación en consulta

Paciente	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9
Sexo (edad)	M (20)	M (22)	M (22)	M (26)	M (20)	F (26)	F (21)	F (20)	F (22)
Pr1 (Hz)	98	146	111.6	117.3	116.7	228.5	172.9	209	146
Pr2	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Pr3	n	>	n	n	n	n	>	>	n
Pr4	n	n	n	n	n	n	n	n	<
Pr5	n	n	n	n	n	n	n	n	>
Pr8	n	n	>	>	n	>	n	n	n
Pr9	n	>	>	>	n	>	n	>	n
Pr10	<	n	n	n	n	<	n	<	<
Pr11	Ausente	Presente n	Presente n	Presente >	Presente >	Ausente	Presente >	Ausente	Presente n
Pr12	Ausente	Presente n	Presente n	Presente >	Presente n	Ausente	Presente n	Ausente	Presente n
Pr13	n	n	n	n	>	n	n	n	n
Pr14	n	>	>	>	n	>	n	n	>
Pr17	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Pr18	>	n	n	>	n	n	n	n	>
Pr19	>	>	n	n	n	n	>	>	>
Pr20	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Borde libre	ae	n	ae	n	n	mc	mc	mc	ae
Volumen de los pliegues vocales	Disminuido	Disminuido	Disminuido	Disminuido	Disminuido	Adecuado	Adecuado	Disminuido	Adecuado
Aspecto de los pliegues vocales	Simétricos	Asimétricos	Simétricos	Simétricos	Simétricos	Simétricos	Asimétricos	Simétricos	Simétricos
Hiperemia	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente
Esfuerzo supraglótico	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente
Gap glótico	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente
Onda mucosa	Adecuada	Adecuada	Adecuada	Aumentada	Adecuada	Aumentada	Aumentada	Adecuada	Adecuada

Los resultados de los parámetros biomecánicos se expresan como dentro de rango normal (n), por encima de rango normal (>) y por debajo de rango normal (<).

n: normal; ae: alteración estructural; mc: masa consolidada.



Dentro del grupo de profesionales de la voz hay que establecer diferencias con base en el tipo de uso vocal. Al analizar la enfermedad vocal en voz profesional, se demuestra que el colectivo de cantantes y actores es el más susceptible de padecer enfermedad de la voz,<sup>9</sup> su factor de riesgo de padecer enfermedad es 575 veces mayor que el del resto de la población.<sup>10</sup>

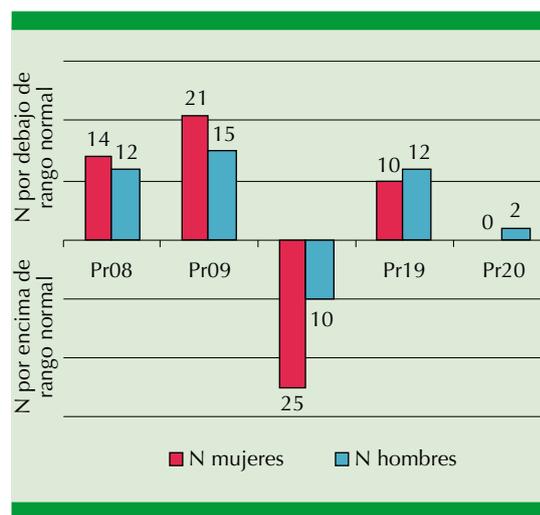
Los datos obtenidos en nuestro estudio arrojan una muestra muy homogénea en relación con los parámetros de edad y género.

El patrón de producción vocal masculino se caracteriza por una frecuencia fundamental (Pr01) en rango normal, con un correcto grado de armonía del movimiento de los pliegues vocales (Pr02 y Pr03) y un equilibrio correcto de la duración de las fases del ciclo vocal (Pr04 y Pr05), lo que refleja una buena capacidad de los pliegues vocales para conseguir y mantener el cierre glótico, aunque gracias a una conducta hiperfuncional con exceso de tensión y fuerza durante el cierre glótico (Pr08 y Pr09), con un grado de eficiencia vocal (Pr10) más adecuado que en la serie femenina, incluso a pesar de mayor incidencia de casos con gap glótico significativo (Pr 11 y Pr12). Este aumento de la eficiencia puede estar en relación con la mejor consecución del cierre glótico gracias a la modulación del grosor de los pliegues vocales, que en el caso de los hombres de la serie manifiesta una clara tendencia a aumentar la amplitud de la onda mucosa en fase de abriendo (Pr18), reflejo de una mayor laxitud de los pliegues vocales que suele observarse como patrón de compensación para mejorar el volumen vocal con el objetivo de disminuir la frecuencia fundamental y mejorar el cierre glótico. El exceso de fuerza junto con ese aumento del volumen del pliegue vocal ocasiona un exceso de efecto masa de grado leve-moderado (Pr19 y Pr20).

Respecto al patrón de producción vocal de las mujeres de la muestra, se observa una fre-

cuencia fundamental (Pr01) en rango normal, sin alteraciones significativas de la armonía del movimiento de los pliegues vocales (Pr02 y Pr03). Respecto a la duración de las fases del ciclo vocal (Pr04 y Pr05) se observa un índice superior al del grupo de hombres de dificultad para conseguir y mantener el cierre glótico durante la fonación, que además desencadena una significativa y generalizada caída en la eficiencia vocal (Pr10), a pesar de la llamativa tendencia a compensar mediante un importante aumento de los parámetros de tensión y fuerza durante el cierre glótico (Pr08 y Pr09), que también se reflejan en la alta incidencia de efecto masa de grado leve (Pr19). **Figura 2**

Respecto al total de la muestra, es importante destacar el comportamiento vocal hiperfuncional con exceso de tensión y fuerza de cierre en grado severo que afecta en torno al 60-70% del alumnado (**Figura 2**); en cursos más avanzados esa tendencia se incrementa en el caso de la serie masculina, mientras que se reduce de manera importante en el caso de las mujeres (**Cuadro 2**),



**Figura 2.** Comparativa de resultados de los parámetros de hiperfunción (Pr08 y Pr09), eficiencia glótica (Pr10) e impacto glótico (Pr19 y Pr20) entre hombres y mujeres.

lo que sugiere que las estudiantes tienen mayor tendencia que los hombres a aplicar el control de la producción vocal entrenado durante los años de estudio en la escuela de interpretación, aunque para poder obtener conclusiones consistentes sería necesario ampliar la serie de estudiantes de cursos avanzados.

Por último, la existencia de un impacto glótico con efecto de masa afecta a alrededor de la mitad de los alumnos, en la mayoría de los casos es de grado leve y con incidencia superior en la serie masculina. En relación con este dato, cabe concluir que en general se trata de voces con rasgos de alteración, pero que, en su mayor parte, no han desarrollado aún enfermedad del borde libre, o, si la tienen, tiene un impacto bajo en el cierre glótico. Es importante destacar que la sospecha de enfermedad vocal es un criterio de exclusión para el ingreso en la escuela, lo que puede estar en relación con este hallazgo.

Al enfrentar la evaluación visual de los pliegues vocales con el análisis biomecánico se observa una buena correlación de los hallazgos, con buena identificación de la existencia de gap glótico, de lesiones de borde libre con impacto glótico y de exceso de fuerza, con la aparición de esfuerzo supraglótico e hiperemia, que parecen manifestarse como mecanismo de compensación ante una baja eficiencia glótica en probable relación con el volumen insuficiente de los pliegues vocales.

La hiperfunción o sobreesfuerzo vocal expresan la fonación mediante hiperaducción de los pliegues vocales por exceso de tensión o de fuerza muscular de cierre.<sup>11,12</sup> Este exceso de esfuerzo altera la calidad vocal<sup>13</sup> al generar un patrón de vibración que somete al borde libre a un traumatismo vocal, que puede manifestarse o no con lesiones de los pliegues vocales.<sup>14</sup> **Figura 2**

En términos generales, el patrón de producción vocal de los estudiantes evaluados mediante

análisis biomecánico es muy estable y con una clara diferenciación en relación con el género; la mayoría de los casos con patrón vocal no patológico, pero con alta incidencia de rasgos vocales fuera de los umbrales de normalidad, sobre todo en relación con una conducta hiperfuncional con impacto glótico que, en la exploración visual, se percibe como signos de esfuerzo (hiperemia, contracción supraglótica), así como por la existencia de lesiones del borde libre con repercusión en el cierre glótico y, por tanto, en la eficiencia de la producción vocal.

#### Herramientas para la detección temprana de enfermedad vocal a disposición de los profesionales de la voz

Si bien lo más recomendable ante la sospecha de enfermedad o conducta vocales inadecuadas es realizar una evaluación completa de la producción vocal que incluya exploración laríngea, análisis de la señal vocal y evaluación perceptual, entre otras, es importante establecer un método ágil y eficaz de evaluación de voz a disposición de los profesionales de la voz. En este contexto, el análisis de la señal vocal puede resultar especialmente útil.

El análisis acústico permite establecer parámetros descriptivos de la señal vocal que, si bien pueden ser útiles en el seguimiento evolutivo de un paciente<sup>15</sup> o de un comportamiento vocal, no aportan por sí solos información suficiente para el diagnóstico de la enfermedad de la voz,<sup>16</sup> o la evaluación de la disfonía hiperfuncional.<sup>17</sup> En el caso concreto de los comportamientos hiperfuncionales los valores del jitter y el shimmer pueden, incluso, encontrarse dentro del rango de normalidad, con disminución generalizada del componente ruido.<sup>5</sup>

El análisis biomecánico, por el contrario, permite el análisis pormenorizado de la señal vocal, permitiendo establecer el patrón de producción



vocal, con el objetivo de identificar conductas inadecuadas para facilitar su corrección y realizar un seguimiento evolutivo y su uso es válido en el contexto pedagógico de los docentes en una escuela de formación de interpretación.

## CONCLUSIONES

De los datos obtenidos del análisis biomecánico y de la exploración laríngea, se concluye que el patrón de producción vocal de los estudiantes de la RESAD se caracteriza por una dinámica dentro del umbral de normalidad, pero con elevada tendencia hacia la conducta hiperfuncional con impacto glótico leve. Esta dinámica, de no ser corregida y mantenerse en el tiempo, puede derivar en lesiones laríngeas consolidadas a medio plazo.

En este estudio el análisis biomecánico se ha revelado como una herramienta útil y asequible en el cribado y la evaluación de los patrones de producción vocal en el alumnado de una escuela de interpretación, como la RESAD de Madrid.

## REFERENCIAS

- Núñez F, Moreno A. Abuso y mal uso vocal. Valoración de la incapacidad vocal. Ponencia oficial Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial. Ed. Marge Médica Books, 2013.
- Cobeta I, Núñez F, Fernández S. Ponencia oficial Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial. Ed. Marge Médica Books, 2013.
- Wasim EH, Caravaca GA, Santos PS. Medición de la discapacidad vocal en los pacientes con disfonías funcionales. *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello* 2012; 72 (2): 145-150. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48162012000200007>.
- Titze IR, Lemke J, Montequin D. Populations in the U.S. workforce who rely on voice as a primary tool of trade. A preliminary report. *J Voice* 1997; 11 (3): 254-259. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(97\)80002-1](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(97)80002-1).
- Fernández-Baillo, R. Índice Acústico de Discapacidad Vocal (IADV) en Población Adulta. DT. 2012.
- Berry C. *Revista máscara*, México: Ed. Escenología; 1991.
- Fernández-Baillo R, Ramírez-Calvo R, Ruiz-Galea JI. *Bio-mechanical analysis of voice*. Voice Clinical Systems. 1ª ed. Madrid, 2017.
- National Center for Voice and Speech. *Occupation and voice data*. National Center. Iowa City, IA: NCVS, 1993.
- Sataloff RT. *Professional voice: the science and art of clinical care*. New York, NY: Raven Press, 1991.
- Verdolini K, Ramig LO. Review: Occupational risks for voice problems. *Logoped Phoniatr Vocol* 2001; 26: 37-46.
- Nieto A. Disfonía músculo-tensional. *Medwave* 2001; 8. doi. 10.5867/medwave.2001.08.3084.
- Sundberg J. *The science of the singing voice*. DeKalb: Northern Illinois University Press, 1987.
- Gu Li-de. Inducing factors and treatment for vibrato problems. *Vibrato*. In: Dejonckere P, Hirano M, Sundberg J, editors. San Diego: Singular Publishing Company. *Vibrato* 1995; 145-9.
- Morrison MD, Nichol H, Rammage L. Diagnostic criteria in functional dysphonia. *Laryngoscope* 1986; 96 (1): 1-8. doi. 10.1288/00005537-198601000-00001.
- Lim JY, Choi JN, Kim KM, Choi HS. Voice analysis of patients with diverse types of Reinke's edema and clinical use of electroglottographic measurements. *Acta Otolaryngol* 2006; 126 (1): 62-69. doi:10.1080/00016480510043927.
- Brockmann-Bauser M, Drinnan MJ. Routine acoustic voice analysis: time to think again? *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2011; 19: 165-170. doi: 10.1097/MOO.0b013e32834575fe.
- Mathieson L, Hirani S, Epstein R, Baken R, et al. Laryngeal manual therapy: A preliminary study to examine its treatment effects in the management of muscle tension dysphonia. *J Voice* 2009; 23: 353-366. doi: 10.1016/j.jvoice.2007.10.002.