



**CAMBIOS FISIOLÓGICOS Y FUNCIONALES EN LAS CUERDAS VOCALES TRAS  
LA APLICACIÓN DE HIDRATACIÓN DIRECTA Y LA REALIZACIÓN DE  
EJERCICIOS VOCALES DE MÁXIMA ELASTICIDAD EN PERSONAS DE 18-35 AÑOS**

---

*CHANGES IN VOCAL FOLD PHYSIOLOGY AND FUNCTION AFTER DIRECT HYDRATION  
TECHNIQUE APPLICATION AND MAXIMUM ELASTICITY EXERCISES PERFORMING  
OF 18- TO 35 YEAR - OLD SUBJECTS*

**Autores:** Marina Crespo Uriszar – Álvaro Gómez Gutiérrez

**Directora:** María Borragán

**GRADO EN LOGOPEDIA**

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	2
<b>ABSTRACT</b> .....	3
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>METODOLOGÍA</b> .....	9
Participantes .....	10
Materiales .....	11
Procedimiento .....	11
Análisis estadístico .....	19
<b>RESULTADOS</b> .....	21
Endoscopia .....	21
GIRBAS .....	23
Análisis acústico .....	26
<b>DISCUSIÓN</b> .....	27
Conclusiones .....	29
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	30
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	31
<b>ANEXOS</b> .....	¡Error! Marcador no definido.

## RESUMEN

La hidratación es considerada como un componente importante de la higiene vocal. Forma parte tanto de la prevención como del tratamiento de los trastornos de la voz. Los **objetivos** de este estudio son: 1) determinar la relación que existe entre las condiciones altas de humedad y la realización de ejercicios de máxima elasticidad para mejorar la amplitud de la onda mucosa; 2) determinar la relación que existe entre las condiciones altas de humedad y la realización de los ejercicios de máxima elasticidad para optimizar el cierre glótico. **Diseño del estudio:** ensayo clínico aleatorio. Es un estudio transversal y de carácter analítico experimental (casos y control) cuyas variables independientes son: endoscopia, GIRBAS y análisis acústico. **Sujetos:** 32 participantes de edades comprendidas entre 18 y 35 años y ausencia de patología vocal previa a la investigación. **Método y materiales:** Fueron divididos en tres grupos: gasa, ejercicios de máxima elasticidad y control. Los sujetos del primer grupo, recibieron hidratación directa a través de gasa húmeda mientras realizaban ejercicios de máxima elasticidad durante 10 minutos. Los del segundo grupo, realizaron ejercicios de máxima elasticidad a alto volumen durante el mismo tiempo y el grupo control interactuó con el experimentador durante el mismo tiempo. De manera previa y posterior al experimento, los participantes fueron evaluados mediante historia clínica, VHI-10, endoscopia, GIRBAS y análisis acústico. **Resultados:** Los grupos experimentales de gasa y de ejercicios de máxima elasticidad que participaron en el estudio, obtuvieron mejoras significativas en la amplitud de la onda mucosa y en el cierre glótico respecto al grupo control, tanto en la evaluación previa como en la posterior. **Conclusión:** Conviene que futuras investigaciones se fijen en la eficacia de la hidratación con ejercicios para optimizar el movimiento de las cuerdas vocales sin rozamiento y en condiciones de máxima elasticidad.

## ABSTRACT

Hydration is considered as an important component of vocal hygiene. It is part of both the prevention and treatment of voice disorders. The **objectives** of this study are: 1) to determine the relationship between high hydration conditions and performing maximum elasticity exercises to improve mucosal wave amplitude; 2) to determine the relationship between high hydration conditions and performing maximum elasticity exercises to optimize the glottal closure. **Study design:** randomized clinical trial. It is a transversal experimental and analytical nature (cases-controls) study which independent variables are: endoscopy, GIRBAS and acoustic analysis. Subjects: 32 participants aged between 18 and 35 years and the absence of speech pathology pre-investigation. **Method and Materials:** They were divided into three groups: gauze, maximum elasticity exercises and control group. Pre and post experiment, participants were evaluated by clinical history, VHI-10, endoscopy, GIRBAS and acoustic analysis. **Results:** The experimental groups of gauze and maximum elasticity exercise that participated in the study, obtained significant improvements in the mucosal wave amplitude and the glottal closure in the control group, both prior and subsequent evaluation. **Conclusion:** Future research should be focused in the efficacy of hydration with exercises to optimize the movement of the vocal folds and frictionless conditions of maximum elasticity.

## INTRODUCCIÓN

La voz es el vehículo de nuestros pensamientos, conocimientos y sentimientos, es el elemento de comunicación interpersonal más importante, la expresión de nuestro interior, transmite una imagen de quien habla y refleja lo que verdaderamente somos. La voz está influenciada por numerosos factores (culturales, educativos, emocionales, físicos, profesionales...) que pueden generar patología, mantenerla o agravarla. Las consecuencias que ocasionan los diferentes trastornos vocales pueden generar limitaciones para el hablante, reduciendo su bienestar físico, emocional, profesional y social. En general, afectando a su calidad de vida. Esto se puede convertir en un problema aún mayor cuando la persona afectada es un profesional de la voz, ya sea hablada o cantada (docente, actor, locutor, cantante...). Además impactaría negativamente sobre su entorno, incluso a nivel económico.

Según la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello (SEORL)<sup>1</sup>, entre un 5% y un 10% de la población de los países desarrollados sufre algún trastorno de la voz. Aunque la mayor prevalencia de las alteraciones vocales ocurre entre los 25 y los 45 años de edad, en todos los grupos de edad son frecuentes y trascendentes. Para prevenir los trastornos y alteraciones de la voz y, así, reducir su incidencia en la población, es necesario informar sobre pautas de higiene vocal. La higiene vocal es el conjunto de medidas llevadas a cabo para mantener las cualidades o características propias de la voz, adoptando una serie de pautas específicas sobre la propia persona, el ambiente y la voz. Algunas de ellas son, por ejemplo, realizar lavados nasales, establecer un ambiente húmedo adecuado con humidificadores o realizar vahos<sup>2</sup>. Éstas se incluyen tanto en el tratamiento preventivo como en el tratamiento terapéutico.

La hidratación forma parte de las medidas que se plantean sobre higiene vocal. *Hidratar o humidificar* es aportar agua para que el tejido se impregne, se vuelva más

esponjoso, más turgente. Siempre se debe producir en el interior del tejido y no sólo sobre la superficie, ya que el incremento de la humedad en el tejido de la cuerda vocal, reduce la viscosidad por lo que facilita la movilidad de las cuerdas y el cierre glótico. La hidratación puede ser sistémica o superficial, dependiendo de si se proporciona una hidratación corporal general o una hidratación directa sobre los tejidos. Se suelen combinar ambos tipos para facilitar una producción vocal óptima<sup>3</sup>.

Atendiendo al presente estudio, nos centraremos en la hidratación superficial, que va a incidir de manera directa sobre los tejidos que conforman las cuerdas vocales. Esto se debe a que este tipo de hidratación, aporta un mayor grado de humedad al tejido diana en un menor lapso de tiempo. Por el contrario, la hidratación sistémica, aporta humedad a los tejidos corporales de manera generalizada y durante un periodo de tiempo mayor<sup>4</sup>.

Histológicamente, el aparato respiratorio está constituido por: epitelio, lámina propia y músculo vocal. Sobre el epitelio se observa una cubierta de moco que tiene dos capas: una mucinosa y otra serosa. La capa mucinosa, es la más superficial; y sirve para prevenir la deshidratación de la capa serosa y de los cilios y células que recubre. Las moléculas de la capa mucinosa están diseñadas para proteger las estructuras subyacentes. La capa serosa contacta con los cilios y tiene mayor porcentaje de agua. Los cilios pueden moverse en este medio mejor que en contacto con el más viscoso y espeso de la capa mucinosa. Esta capa mucociliar se origina por el intercambio iónico y de agua tanto desde la zona intraluminal al interior celular, como al inverso, desde el plasma hasta la zona luminal. Además, juegan un papel muy importante las mucinas y las glicoproteínas que se producen en el interior de algunas células respiratorias, en las glándulas mucosas o provienen de la saliva. En condiciones normales, la capa mucociliar viaja a una velocidad de 4 a 21 mm por minuto, garantizando la humedad que las cuerdas vocales precisan para

su normal funcionamiento. El epitelio de la cuerda vocal sirve de cubierta protectora que permite dar forma y consistencia a la lámina propia<sup>5,6,7</sup>.

La importancia de la hidratación de las cuerdas vocales es objeto de estudio desde hace más de 20 años. Esto se debe a que muchas de las líneas de investigación seguidas han revelado que la hidratación, así como el cuidado que se haga de las cuerdas vocales, es fundamental para conseguir y/o mantener una voz eufónica<sup>6</sup>. La deshidratación de las cuerdas vocales puede ser el resultado de cambios ambientales, cambios en el estado fisiológico del cuerpo, factores emocionales y también por el proceso normal de envejecimiento. Por todo ello, el mantenimiento y aumento de la hidratación de las cuerdas vocales es un objetivo fundamental en la prevención y el manejo de los trastornos de la voz y en la optimización de la voz no patológica. Algunas de las medidas, las referidas a la hidratación, han sido aconsejadas por los expertos en voz y habla a los pacientes tradicionalmente; como, por ejemplo, el incremento de la ingesta de líquidos (con recomendación de ingerir alrededor de 2 litros al día), evitar un exceso de sustancias como el alcohol o la cafeína o mantener altos los niveles de humedad de la estancia donde se esté a la hora de hablar. Esto es debido a que muchas de estas circunstancias pueden deshidratar la capa mucociliar de la cuerda vocal y hacer que el movimiento ciliar se lentifique o cese<sup>2</sup>.

Muchos estudios científicos se han enfocado en conocer cómo la hidratación o la falta de la misma influyen en el mecanismo vibratorio de las cuerdas vocales y por tanto, en la salud de la voz. La falta de hidratación tiene relación con la viscosidad de los tejidos superficiales de las cuerdas vocales, entendiendo como viscosidad la medida de resistencia al flujo del aire espirado.

Uno de los aspectos más estudiados es la relación que existe entre la hidratación y el umbral de presión de la fonación. Este umbral es la presión subglótica mínima

necesaria para poder iniciar o mantener la fonación y se considera una medida para indicar cambios en la viscosidad de los tejidos que conforman las cuerdas vocales. La deshidratación de las cuerdas vocales aumenta el umbral de presión fonatorio e incrementa la rigidez y la viscosidad de los tejidos. Además, el umbral de presión de la fonación es una medida objetiva del esfuerzo fonatorio. Por contra, se ha demostrado que la ingesta de agua y mucolíticos en pacientes con alteraciones de la voz produce una disminución de este umbral y, así, del esfuerzo vocal<sup>8</sup>.

Las investigaciones más recientes sobre patología vocal revelan que es necesario optimizar las propiedades viscoelásticas de las cuerdas vocales para favorecer una correcta hidratación<sup>9</sup>. Para conseguirlo, se realizan ejercicios vocales en los que se busca la máxima elasticidad de las cuerdas, realizando emisiones fonatorias alternando tonos graves y agudos. Estos ejercicios constituyen una de las técnicas utilizadas dentro del *calentamiento vocal*. Se denomina así a la serie de ejercicios respiratorios y vocales cuya finalidad es calentar la musculatura de los pliegues vocales antes de una actividad más intensa para evitar la sobrecarga, un uso inadecuado o un cuadro de fatiga vocal. El calentamiento de la voz es necesario y saludable para todas las personas, pero más importante aún en los profesionales de la voz cantada y hablada<sup>10</sup>.

La pregunta de investigación que nos planteamos para realizar el presente estudio es la siguiente: ¿Hay mejora en la onda mucosa y el cierre glótico tras la hidratación de las cuerdas vocales y la realización de ejercicios vocales de máxima elasticidad?

El estudio se llevó a cabo para testar la siguiente hipótesis: *las condiciones altas de humedad con técnicas de humidificación directa (respiración con gasa húmeda) y la realización de ejercicios vocales de máxima elasticidad a alto volumen mejoran la amplitud de la onda mucosa y el cierre glótico*. Si el estudio no la verifica, se considerará nula.

A partir de esta hipótesis se plantean los siguientes objetivos:

- 1) Determinar la relación que existe entre las condiciones altas de humedad y la realización de ejercicios de máxima elasticidad para mejorar la amplitud de la onda mucosa.
- 2) Determinar la relación que existe entre las condiciones altas de humedad y la realización de los ejercicios de máxima elasticidad para optimizar el cierre glótico.

## **METODOLOGÍA**

El ensayo clínico aleatorio se realizó durante el mes de Marzo de 2016 en el centro de Foniatría y Logopedia de Santander.

El estudio es transversal y de carácter analítico experimental (casos y control) ya que manipulamos variables independientes (parámetros de la laringoestroboscopia como el cierre glótico y la onda mucosa, GIRBAS y análisis acústico) para estudiar las posibles relaciones que puedan existir entre ellas. Elegimos este tipo de estudio porque el método experimental y analítico es la mejor evidencia de causa–efecto y el que nos da una información respecto al desarrollo de una o más variables a lo largo de un periodo. El estudio tiene un nivel de validez del 99% ya que pueden inferirse conclusiones a partir de los resultados obtenidos. La investigación es de tipo participativo, porque hemos relacionado el propio estudio y acciones de él (hidratación, ejercicios...) junto con la participación voluntaria de los participantes investigados<sup>11</sup>. Además, la mayoría de los participantes, no eran conocedores del campo sobre el que se desarrolló el estudio.

En cuanto a la fiabilidad establecida, hemos considerado elegir un nivel de fiabilidad del 95% o mayor ya que es el más extenso usado en la literatura para conseguir una mayor coherencia, capacidad de extrapolar el experimento realizado a diferentes contextos y situaciones; y por lo tanto, una mayor trascendencia. Para ello, nos hemos planteado una serie de aspectos a tener en cuenta. El primero es obtener una amplia muestra de estudio y el segundo, utilizar una instrumentalización precisa que minimice los errores aleatorios.

## **Participantes**

La elección de los sujetos que participaron en el estudio se realizó mediante un muestreo no probabilístico de conveniencia entre personas pertenecientes a los ámbitos familiar, laboral y social de los experimentadores. Es decir, grupos de personas elegidas por su accesibilidad para formar parte del estudio así como para la utilidad en el mismo, ya que con este tipo de muestreo, minimizamos los sesgos de selección que pudieran producirse. La forma de contacto fue a través de llamadas de teléfono y de e-mails.

El tamaño de la muestra se basó en los siguientes criterios de inclusión: participantes de edades comprendidas entre 18 y 35 años y ausencia de patología vocal previa a la investigación. Fueron incluidos 32 colaboradores (media=23,25; DS=4,4) (mujeres= 23 hombres= 9); 11 en el grupo de gasa, 11 en el grupo de ejercicios de máxima elasticidad a alto volumen y 10 en el grupo control. Se les realizó una pequeña historia clínica tanto para observar como para controlar su uso y cualidad vocal antes de su inclusión o no en el estudio (tabla1). Todos ellos consintieron en participar del estudio tras la firma del Consentimiento Libre e Informado. Para realizar este estudio, se ha seguido el Código Ético utilizado en el Centro de Foniatría y Logopedia de Santander, coincidente con el seguido por el Colegio de médicos, por el Colegio Profesional de Logopedas de Cantabria (CPLC) y por el Consejo General de Colegios de Logopedas (CGCL). Se excluyó del estudio a una participante que, tras la exploración inicial, se le diagnosticó patología vocal grave (leucoplasia).

## **Materiales**

Para llevar a cabo el procedimiento a seguir en el experimento de manera óptima, se contó con diversos recursos materiales: 4 endoscopios rígidos de alta resolución, equipo informático con programas de grabación, edición y análisis de sonido e imagen, micrófono, sonómetro, gasas estériles y recipientes con agua. También, se debe mencionar el equipo humano adecuado que utilizó los recursos anteriormente mencionados, como son: un médico fonoiatra responsable del buen uso del endoscopio y de la valoración perceptiva de la función vocal; y un técnico especialista en el manejo de los programas informáticos avanzados necesarios para la obtención y análisis de las muestras, tanto endoscópicas como de grabación y edición de sonido. Además, los evaluadores fueron entrenados acerca de la utilización de los programas informáticos de grabación, edición y análisis acústico en los días previos a realizar la primera evaluación de la muestra de participantes.

## **Procedimiento**

Mediante asignación aleatoria simple, a través de un sistema de sorteo utilizando las iniciales de las condiciones del experimento, se le atribuyó a cada sujeto una de ellas por participación activa, al coger “a ciegas” el papel con la inicial correspondiente. Las tres condiciones que se llevaron a cabo fueron: gasa (G), ejercicios de máxima elasticidad a alto volumen (E) y por último el grupo control (C).

La recogida de datos de la muestra, se llevó a cabo de la siguiente manera: historia clínica, pre-evaluación endoscópica y análisis acústico, condición (gasa/ control/ ejercicios), post-evaluación endoscópica y análisis acústico.

En la historia clínica se anotó la información relativa a los siguientes apartados: edad, sexo, condición del experimento, percepción del propio sujeto sobre la claridad de

su voz, el esfuerzo que pudiera realizar al hablar y cuánto le gusta la misma; si es fumador y/o bebedor y en qué medida; la presencia de reflujo, molestias en la garganta, sequedad de la misma o carraspeo; número de catarros al año y patología vocal diagnosticada con anterioridad. (tabla1). También los participantes contestaron a la versión traducida al español y abreviada del Índice de Incapacidad Vocal (VHI-10), que consta de 10 afirmaciones para las cuales hay que elegir una respuesta según la frecuencia con que se experimenta cada ítem. Cada uno de ellos se puntúa individualmente en una escala tipo *Likert* de 5 puntos que van desde <<nunca>> (puntuado con un 0) hasta <<siempre>> (puntuado con un 4). Por tanto, la puntuación total del mismo va de 0 - 40. Este cuestionario cuantifica el impacto que los problemas vocales tienen en la calidad de vida de los participantes, en sus ámbitos funcional, físico y emocional.

	Disfonía		Esfuerzo		Tabaco		Alcohol		Reflujo		Catarros		VHI	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
00														
Control	3	0.63	0.5	0.67	0	0	0.2	0.6	0.6	0.49	2.2	1.99	2	2.3
Gasa	2.63	0.77	0.66	0.64	0.0	1.72	0.36	0.48	0.27	0.44	1.36	1.66	5	3.86
Ejercicios	2.27	0.75	0.45	0.65	1.81	5.75	0.36	0.64	0.45	0.49	1.36	1.22	6.27	6.66

**Tabla 1. Historia clínica en grado de valoración del participante (0=mínimo, 4 máximo)**

Las endoscopias y el análisis e interpretación posterior de las mismas fueron realizadas por el Dr. Alfonso Borragán Torre, médico foniatra y docente en la Universidad de Cantabria y en la Escuela Universitaria Gimbernat-Cantabria. Para dicha exploración, se utilizaron endoscopios rígidos de alta resolución, y se tuvieron en cuenta los siguientes criterios a la hora de evaluar:

Parámetros	Definición	Evaluación
<i>Cierre glótico</i>	Posición de contacto de las cuerdas vocales entre sí, cerrando el espacio glótico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Completo: ambas cuerdas vocales contactan a lo largo de toda su longitud</li> <li>- Hiato posterior: mal uso muscular. Fisiológico en mujeres</li> <li>- Hiato anterior: generalmente defecto estructural de las cuerdas vocales</li> <li>- Hiato antero-posterior: producido por una masa que asiente en el 1/3 medio del Borde Libre de la cuerda vocal</li> <li>- Hiato Irregular: borde libre irregular por cicatrices, leucoplasias, etc.</li> <li>- Hiato fusiforme: tensión vocal, presbifonía, procesos neurológicos.</li> <li>- Hiato longitudinal: las cuerdas vocales no contactan en ningún punto (parálisis, psicógenos)</li> </ul>
<i>Amplitud</i>	Movimiento latero-medial. Distancia recorrida por borde libre entre el punto de cierre máximo y el final de la fase de apertura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dividir el grueso de la cuerda vocal en 3 partes:</li> <li>- Ausente: no hay movilidad</li> <li>- Disminuida: menor de lo normal</li> <li>- Normal: 1/3 del ancho de la parte visible de la cuerda vocal</li> <li>- Aumentada: mayor de lo normal</li> </ul>

Por último, se utilizó la escala *GIRBAS* para realizar una evaluación vocal perceptiva a nivel glótico a cada sujeto, con la que se establece una puntuación de 0 a 3 (siendo 0: nada; 1: ligero; 2: moderado; 3: grave) del grado de ronquera, la inestabilidad, el roce, el escape de aire, la astenia y el esfuerzo de la voz.

Seguidamente, utilizando un equipo profesional de grabación, se le realizó a cada participante una muestra de habla que fue registrada con el editor de audio digital *Sound Forge* en su versión 9.0. Cada uno de los participantes, fue acompañado en todo momento

por uno de los experimentadores para evitar dudas y errores durante todo el proceso de grabación.

Se debe tener en cuenta, que este protocolo de grabación tiene una fase preparatoria en la que los evaluadores deben comprobar la puesta a punto del ordenador, la correcta posición y distancia del micrófono y la conexión de los componentes de la tarjeta de sonido. La boca del sujeto debe estar situada a unos 2-3 centímetros de la malla del micrófono y la ganancia en la tarjeta de sonido debe estar situada señalando a -10 decibelios. La asignación de la ganancia en -10 decibelios obedece a adecuar la señal de entrada al ordenador, evitando así que esta saturate. En este valor de -10 decibelios, analizado y calibrado digital y analógicamente mediante programas especializados y un sonómetro profesional, el conjunto micrófono-tarjeta-ordenador trabajan en óptimo equilibrio para registrar la voz en su máxima calidad de captación.

Así pues, el resultado que obtenemos en las diferentes grabaciones en cuanto a volumen se refiere, se sitúa 10 decibelios por debajo del volumen real que la persona está emitiendo en ese momento. Por lo tanto, basta sumar 10 decibelios al registro que el programa hace sobre el volumen para obtener el valor del volumen real (que además coincide con el volumen real aportado por el sonómetro profesional previamente calibrado en cada estudio). Si por el contrario admitiésemos la ganancia en los valores reales que dicta el sonómetro, es decir, asignásemos la ganancia en 0 decibelios en vez de en -10 decibelios, la señal de entrada de la voz quedaría saturada y llena de ruido, comprometiendo, sin duda, el posterior análisis acústico.

Se aplicó el siguiente protocolo de grabación, el cual se le explicó previamente a cada sujeto, para tener una muestra completa:

### PROTOCOLO DE GRABACIÓN

1. Emitir una /a/ lo más larga posible (repetir 2-3 veces).
2. Emitir una /a/ lo más grave posible y una /a/ lo más aguda posible.
3. Emitir una /a/ lo más suave posible y una /a/ lo más fuerte posible.
4. Muestra de habla espontánea: *¿Qué haces en tu tiempo libre?*
5. Cantar *Cumpleaños Feliz*.
6. Contar del 1 al 5 a volumen habitual, a bajo volumen y a alto volumen
7. Decir la palabra *Aurelio*/ de forma clara, despacio y bien marcada.

Para facilitar el manejo de los datos obtenidos tras realizar las grabaciones, los experimentadores crearon una carpeta principal en donde se crearon, a su vez, carpetas individuales asociadas a cada uno de los participantes. En cada una de ellas, se guardaron los archivos correspondientes al protocolo de grabación y su edición y análisis posterior. A cada sujeto se le asignó un número, que coincidió además con el orden establecido de llegada al centro. Se siguió la misma denominación para nombrar e identificar cada carpeta. Añadido a esto, se utilizó la siguiente nomenclatura para cada archivo sonoro: *\_todo(n° participante)PRE.wav*, *\_todo(n° participante)POST.wav*, *\_a(n° participante)PRE.wav* y *\_a(n° participante)POST.wav* según el momento en que se produjo la recopilación de dichos datos y la edición del archivo para la obtención del fonema /a/, respectivamente.

Los puntos 3 y 6 del protocolo de grabación fueron medidos con un sonómetro de clase 1. Se trata de un modelo CESVA SC-20 con calibrado actualizado. Posteriormente se obtuvo y se utilizó para el análisis acústico posterior el dato correspondiente a la diferencia entre la intensidad máxima y mínima de fonación de la emisión del fonema /a/ perteneciente al apartado 3 del protocolo de grabación.

Con el mismo programa de edición de audio digital utilizado para realizar las grabaciones, se extrajo una parte de cada grabación (3 segundos de la primera emisión registrada de la vocal /a/ del apartado 1 del protocolo), que es sobre la que se hizo el análisis acústico correspondiente. Además, el Tiempo Máximo de Fonación (TMF) se obtiene de la emisión más larga del fonema /a/ de las tres que se realizan en el primer punto del protocolo de grabación.

Para llevar a cabo el análisis acústico, se utilizó el programa de análisis del sonido MDVP (*Multi Dimensional Voice Program*), creado por la empresa de ingeniería médica *Kay Pentax*, en su opción avanzada y en su opción para evaluar el RTP (*Real Time Pitch*). Con la primera de ellas, se obtuvo el diagrama y los datos referentes a los 33 parámetros vocales que analiza el programa, de los cuales se van a tener en cuenta para la investigación los siguientes:

Parámetros	Definición	Unidad de medida
<i>Average Fundamental Frequency (Fo)</i>	Frecuencia Fundamental Media. El promedio de la frecuencia fundamental para todos los períodos extraídos de la onda acústica.	Hz
<i>JitterPercent (Jitt)</i>	Jitter Porcentual. Es un parámetro de perturbación de la frecuencia. Variabilidad relativa período-a- período de la perturbación de la frecuencia, expresado en porcentaje	%

<i>ShimmerPercent (Shim)</i>	Shimmer Porcentual. Es un parámetro de perturbación de la amplitud. Variabilidad relativa entre períodos consecutivos de la amplitud pico-a-pico, expresada en porcentaje.	%
------------------------------	--	---

Con la segunda opción del programa que se ha utilizado, el análisis del RTP, se han tenido en cuenta los siguientes datos:

Parámetros	Definición	Unidad de medida
<i>High Fo</i>	La frecuencia fundamental más alta alcanzada en todos los períodos extraídos de la onda acústica	Hz
<i>LowFo</i>	La frecuencia fundamental más baja alcanzada en todos los períodos extraídos de la onda acústica	Hz
<i>RTonal</i>	Rango fonatorio en semitonos. Rango entre la máxima frecuencia de habla (Fhi) y la mínima (Flo) expresado en semitonos.	Semitonos
<i>IHbl</i>	Intensidad, energía media del habla.	dB

Tras las valoraciones y registros pertinentes expuestos anteriormente, se pasó a realizar el experimento propiamente dicho. Se dispusieron tres salas en el centro equipadas con el material requerido, para albergar a los participantes de cada condición. Así, cada sujeto que obtuvo la condición gasa (G) fue conducido a una sala en donde realizó el procedimiento pertinente. De igual manera, ocurrió con el resto de participantes

dependiendo de la condición que se les atribuyó. Cada protocolo de actuación se llevó a cabo en ciclos durante 10 minutos.

Los protocolos de actuación a seguir en cada grupo de estudio según la condición asignada fueron los siguientes:

#### **GRUPO 1: CONDICIÓN GASA**

1. Mojar la gasa en agua hasta que esté bien húmeda y colocarla cubriendo la nariz por completo.
2. Respirar 3 veces con respiraciones normales
3. Emitir una /u/ grave y fuerte que dure 3 segundos (repetir 3 veces)
4. Respirar 3 veces con respiraciones normales

#### **GRUPO 2: CONDICIÓN EJERCICIOS MAXIMA ELASTICIDAD Y ALTO VOLÚMEN**

1. Respirar 3 veces con respiraciones normales
2. Emitir una /u/ grave y fuerte que dure 3 segundos (repetir 3 veces)
3. Respirar 3 veces con respiraciones normales
4. Emitir una /i/ glissando (repetir una vez)

En el primer grupo, cabe destacar la importancia de colocar la gasa de manera que cubra ambas narinas completamente y de humedecer la gasa cada minuto para que se sature de humedad. De esta manera buscamos que en cada inspiración, la humedad penetre por la vía nasal humedeciendo las estructuras adyacentes a la laringe. Para conseguir que la humedad penetre en el tejido, se realizaron además las emisiones anteriormente descritas de la /u/ y la /i/ para movilizar y masajear el tejido y así, favorecer

que la humedad se transfiera desde la superficie epitelial a la lámina propia. La emisión de la /i/, se realiza en forma de glissando. El glissando es una “técnica de ejecución, que consiste en producir la secuencia completa de todos los sonidos existentes entre dos notas, ya sea ascendente (de grave a agudo) o descendente (viceversa). De la misma manera, pero sin aplicar humedad, el grupo 2 siguió la misma pauta que el primer grupo.

### **GRUPO 3: CONDICIÓN CONTROL**

No siguió ningún protocolo específico. Simplemente, se les pidió a los participantes que hablaran e interactuaran con el experimentador a su volumen de voz habitual durante los 10 minutos que transcurrieron entre las dos valoraciones.

Una vez se concluyó el protocolo de actuación, los experimentadores procedieron a la valoración posterior de cada sujeto, compuesta de una nueva endoscopia y un segundo análisis acústico de la voz.

### **Análisis estadístico**

En cuanto al análisis, los datos se organizaron en una tabla Excel que posteriormente se enlazó con el programa informático JASP, destinado al cálculo y análisis de datos estadísticos. La elección de este programa estadístico es la facilidad de libre acceso para poder llevar a cabo análisis estadísticos así como su gran utilidad en la elaboración de relaciones objetivas entre las variables estudiadas (continuas, ya que pueden tomar cualquier valor real dentro de un rango) y en la obtención de conclusiones acerca del estudio. Para calcular estas relaciones, se realizaron análisis de la varianza (ANOVAS). Con la medición de la varianza, podemos determinar si diferentes tratamientos, como es el caso, muestran diferencias significativas o no.

La estadística es aplicada, partiendo de la muestra hasta elaborar conclusiones derivadas de los resultados obtenidos.

Se organizaron las variables de estudio en tres bloques, para introducirlas en el programa estadístico. Los tres bloques fueron: la endoscopia, el GIBBAS y el análisis acústico. Se establece un nivel de confianza del 95% para evitar errores tipo I (rechazar falsamente la hipótesis nula). Para entender y ver cómo se comportan los datos, realizamos ANOVAS y Post Hoc Test (“después de esto”) a través de pruebas t-test.

## **RESULTADOS**

La gasa y los ejercicios tienen un efecto parecido para la mejora de la amplitud de la onda mucosa y la optimización del cierre glótico. El estudio nos desvela que el ejercicio es la base para optimizar dichos parámetros, lo que no sabemos con certeza es el nivel de mejora que aporta la gasa a nivel de las cuerdas vocales por la falta de equipamiento tecnológico que nos permita medir este constructo. Lo que sí sabemos es el poder subjetivo que los pacientes reportan a través de la historia clínica y el VHI – 10.

### **Endoscopia**

El análisis estadístico de la endoscopia a través de medidas repetidas ANOVA, con un diseño de medidas entre grupos de 2X2 (cierre y amplitud; pre y post) nos desvela que hay una interacción entre condición y grupo ( $F=15.80$ ,  $p<.0001$ ), a la vez que nos verifica que cierre y amplitud son constructos diferentes ( $F=75.43$ ,  $p<.0001$ ) (tabla 1). Se observan diferencias significativas entre los datos endoscópicos de los grupos de ejercicios y de gasa, tanto en la evaluación previa como en la posterior, pero no en el grupo control (figura 1).

Realizamos un post-hoc a través de t-test para interpretar y profundizar en los resultados. Nos desvela que en el grupo control no hay significancia entre el pre y en post en ninguna de las medidas visuales de la endoscopia (tabla 2). Sin embargo, se observa que entre el grupo de ejercicios de máxima elasticidad y el grupo de gasa hay diferencias significativas en los parámetros de la endoscopia del pre y del post (tabla 2). A continuación, medimos los efectos de la endoscopia y los comparamos entre grupos observando que hay diferencias significativas ya no solo entre el pre y el post de cada grupo, sino además entre la amplitud y cierre (tabla 3).

En cuanto al cierre glótico, la gasa y los ejercicios producen un efecto muy similar, pero en la amplitud de la onda mucosa se observan diferencias: la gasa aporta una mayor mejora en la amplitud de la onda mucosa que los ejercicios de máxima elasticidad ya que la eficacia de la gasa reside en la optimización de este parámetro.

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	p
Endoscopia	32.226	1	32.226	75.437	< .001
Endoscopia * grupo	11.580	2	5.790	13.554	< .001
Residual	12.389	29	0.427		
Condición	18.255	1	18.255	56.828	< .001
Condición * grupo	10.153	2	5.076	15.803	< .001
Residual	9.316	29	0.321		
Endoscopia * Condición	0.032	1	0.032	0.089	0.768
Endoscopia * Condición * Grupo	1.380	2	0.690	1.890	0.169
Residual	10.589	29	0.365		

Tabla 1. Medidas repetidas entre participantes

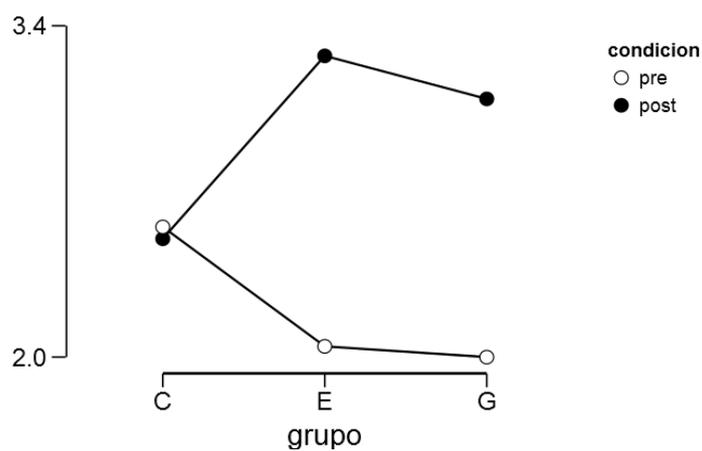


Figura 1- Endoscopia (cierre y amplitud) de los grupos (control, ejercicios y gasa) en el pre y el post

		t	df	p
Amplitud POST-C	Amplitud PRE-C	0.000	9	1.000
Cierre POST-C	Cierre PRE-C	1.000	9	0.343
Amplitud POST-E	Amplitud PRE-E	5.882	10	< .001
Cierre POST-E	Cierre PRE-E	2.622	10	0.026
Amplitud POST-G	Amplitud PRE-G	6.708	10	< .001
Cierre POST-G	Cierre PRE-E	3.750	10	0.004

**Tabla 2- Significancias entre pre-post en los diferentes grupos para amplitud y cierre**

		t	df	p
Eff_E_amplitud	Eff_C_amplitud	4.118	9	0.003
Eff_G_amplitud	Eff_C_amplitud	4.000	9	0.003
Eff_G_amplitud	Eff_E_amplitud	-2.283	10	0.046
Eff_E_cierre	Eff_C_cierre	2.236	9	0.052
Eff_G_cierre	Eff_C_cierre	3.087	9	0.013
Eff_G_cierre	Eff_E_cierre	0.740	10	0.476

**Tabla 3- Significancia en la endoscopia entre efectos en los distintos grupos**

## GIRBAS

En el análisis de GIRBAS a través de medidas repetidas ANOVAS, descubrimos que no todos los parámetros de estudio son de nuestro interés (figura 2), ya que no en todos vemos diferencia entre el pre y el post. Por ello, solo realizamos las ANOVAS con los parámetros G y B (tabla 4), donde se observa que hay una significancia entre grupos y condición. Realizamos pruebas sucesivas a través de t-test para interpretar estos resultados. En el grupo control no hay significancia entre el pre y post, ni en la G (tabla 5). Solo encontramos significancia en la B en el pre y en el post. Para ver la significancia de la B entre grupos, realizamos otra prueba t-test donde se expone que la gasa y los ejercicios son significativamente diferentes en relación al grupo control, pero no entre ellos (tabla 6).

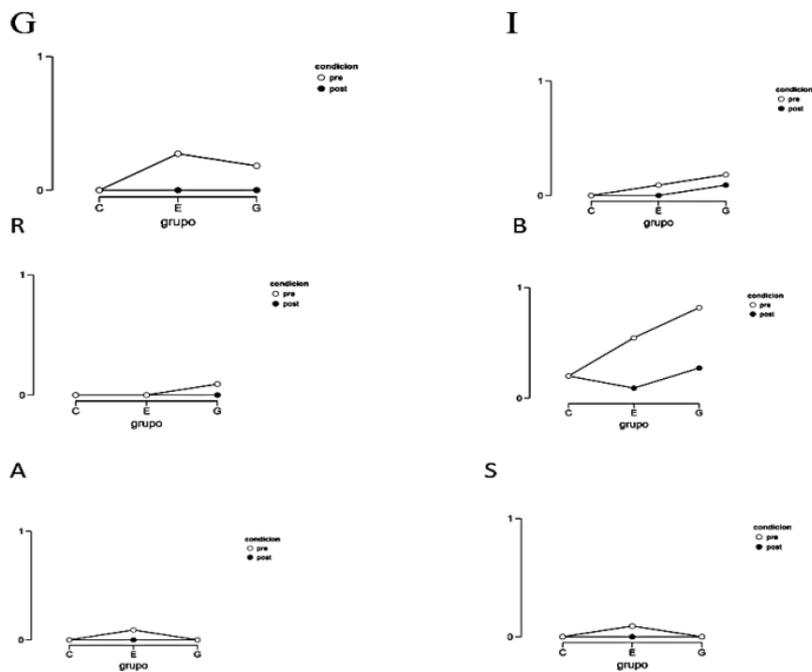


Figura 2- Gráficas pre y post para los tres grupos(control, ejercicios y gasa) en el GIRBAS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Girbas	2.482	1	2.482	14.502	< .001
Girbas * grupo	0.505	2	0.253	1.476	0.245
Residual	4.964	29	0.171		
Condición	1.877	1	1.877	13.305	0.001
Condición * grupo	0.909	2	0.455	3.222	0.054
Residual	4.091	29	0.141		
Girbas * condición	0.264	1	0.264	4.953	0.034
Girbas * condición* grupo	0.173	2	0.087	1.626	0.214
Residual	1.545	29	0.053		

Tabla 4. Medidas repetidas ANOVA para el GIRBAS

		t	df	p
B POST	B PRE	-1.000	9	0.343
G POST	G PRE	-1.000	9	0.343
B POST-E	B PRE-E	-2.193	10	0.053
G POST-E	G PRE-E	-1.936	10	0.082
B POST-G	B PRE-G	-3.464	10	0.006
G POST-G	G PRE-G	-1.491	10	0.167

**Tabla 5. Significancia de los valores G y B entre grupos de estudio**

		t	df	p
B_eff_E	B_eff_C	-2.236	9	0.052
B_eff_G	B_eff_C	-3.674	9	0.005
B_eff_G	B_eff_E	-0.430	10	0.676

**Tabla 6. Significancia del valor B entre los grupos de estudio**

### Análisis acústico

El análisis acústico nos revela, a través de las ANOVAS, que hay diferencias muy poco significativas entre los parámetros a evaluar de los grupos de estudio, por lo que no seguimos con análisis posteriores (tabla 7).

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Fo	20270.5	1	20270.5	19.665	< .001
Fo * Grupo	934.2	2	467.1	0.453	0.640
Residual	29892.4	29	1030.8		
Condición	249.8	1	249.8	0.195	0.662
Condición * grupo	6411.7	2	3205.8	2.507	0.099
Residual	37083.1	29	1278.7		
Fo * Condición	623.3	1	623.3	0.494	0.488
Fo * condición* grupo	3396.2	2	1698.1	1.346	0.276
Residual	36575.3	29	1261.2		

Note. Type III Sum of Squares

Comentado [ÁGG1]: ESTO LO QUITAMOS, LO RENOMBRAMOS DE OTRA MANERA...? COMO?

### BetweenSubjectsEffects

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	p
Grupo	30754	2	15377	1.851	0.175
Residual	240891	29	8307		

Tabla 7 Medidas repetidas ANOVA entre los grupos de estudio

## DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación apoyan la idea general que la hidratación puede mejorar la función de las cuerdas vocales, como se ha demostrado previamente por Solomon y DiMattia, 2000; Verdolini - Marston et al, 1990; Verdolini - Marston et al., 1994 y Selby & Wilson, n.d. Además de concordar con los resultados de las investigaciones más relevantes publicadas hasta el momento actual, este estudio aporta al campo de la Foniatría y la Logopedia mejoras significativas similares a las de la hidratación sistémica, mediante la ejecución de los ejercicios realizados durante el experimento.

Por otro parte, cabe destacar que el protocolo de actuación que siguió el grupo experimental de gasa, también incluía los ejercicios de máxima elasticidad. La técnica de hidratación directa a través de la gasa húmeda, aporta una mayor amplitud de la onda mucosa que la realización de los ejercicios. Viendo los hallazgos obtenidos tanto en el grupo que utilizó la gasa húmeda como en el que realizó solamente los ejercicios de máxima elasticidad, coincidimos con la idea de que una adecuada hidratación focalizada a nivel laríngeo, aporta una mejora del esfuerzo fonatorio. A pesar de que nuestra investigación no se centró en medir el umbral de presión fonatoria, la literatura más relevante de este campo apoya la idea de la dependencia entre la hidratación y este umbral. Por tanto, el incremento de la hidratación produce una disminución del umbral descrito y en consecuencia, del esfuerzo vocal<sup>5, 6</sup>.

Con respecto a la elección de la muestra, a diferencia de nuestro criterio selectivo, algunos investigadores de reconocido prestigio en el campo de la foniatría y la logopedia, solamente analizaron muestras de sujetos del mismo sexo<sup>7</sup> o el mismo número de sujetos de ambos sexos<sup>5</sup>.

Otro de los puntos en los que nuestra investigación difiere de las publicaciones más relevantes es en la forma de someter a los participantes a la condición de hidratación. En diversas investigaciones anteriores, se sometió a los sujetos a técnicas de hidratación sistémica (aumento de la ingesta de agua y uso de mucolíticos). Además, alguno de los grupos de experimento, fue expuesto a condiciones de deshidratación (humedad ambiental relativa del 10 -20% durante un periodo de tiempo) [6]. En nuestro caso, los participantes fueron sometidos a técnicas de hidratación focalizada (gasa húmeda) y ninguno de los otros grupos (ejercicios de máxima elasticidad y control) a condiciones de deshidratación.

Para la realización del estudio no existieron dificultades de acceso a materiales o técnicas necesarias para el mismo. Sin embargo, durante la recogida de datos y su posterior análisis, se observaron ciertas limitaciones en cuanto a la muestra de los participantes y al análisis acústico.

A pesar de que la elección de la muestra se rigió a través de los criterios de inclusión anteriormente descritos, hay que tener en cuenta que existe una gran variabilidad individual entre los participantes del experimento. Variables como el sexo, peso, talla, el estilo de vida (hábitos nocivos, alimenticios, actividades deportivas...) o los rasgos de personalidad generaron limitaciones a la hora de analizar e interpretar los resultados, ya que los modifican.

La obtención de resultados a través de muestras de habla y voz, no es lo suficientemente fiable actualmente ya que las limitaciones técnicas de los software de grabación y edición de sonidos utilizados, no arrojan una valoración demasiado concluyente del habla espontánea.

Por otro lado, a pesar de que el análisis endoscópico constituye la valoración más objetiva llevada a cabo durante el experimento, no es un instrumento que nos pueda aportar información más detallada sobre los cambios que se originan a nivel histológico de las cuerdas vocales entre la valoración previa y la posterior.

### **Conclusiones**

Tras la revisión bibliográfica llevada a cabo sobre la hidratación y su efecto en la función laríngea, así como la realización del presente estudio, hay constancia de que la hidratación es un pilar fundamental dentro de las medidas que conforman la higiene vocal. Por ello, la higiene vocal debe tener más relevancia en los programas de prevención primaria y promoción de la salud.

Los grupos experimentales de gasa y de ejercicios de máxima elasticidad que participaron en el estudio, obtuvieron mejoras significativas en la amplitud de la onda mucosa y en el cierre glótico respecto al grupo control, tanto en la evaluación previa como en la posterior.

Es por esto que, sería conveniente que futuras investigaciones se fijasen en la eficacia de la hidratación con ejercicios para optimizar el movimiento de las cuerdas vocales sin rozamiento y en condiciones de máxima elasticidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este estudio fue posible gracias a la dedicación y el apoyo del centro de Foniatría y Logopedia de Santander y sus integrantes Alfonso Borragán, María Borragán, Bruno Gómez, María Ángeles Agudo, María José González, así como la colaboración de todos los participantes del experimento, durante diciembre de 2015 y mayo de 2016.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cobeta, I., Núñez, F., & Fernández, S. (2013). *Patología de la voz*. Marge books.
2. Sivasankar M., Leydon C.: The role of hydration in vocal fold physiology. Current opinión in Otolaryngology & Head and Neck Surgery 2010, 18:171-175.
3. Behlau M, Oliveira G. Vocal hygiene for the voice profesional. Otolaryngol Head NeckSurg. 2009; 17: 149-54.
4. (Franca, M. C., & Simpson, K. O. (2012). Effects of systemic hydration on vocal acoustics of 18-to 35-year-old females. Communication Disorders Quarterly, 34(1), 29-37
5. Gray SD. Cellular physiology of the vocal folds. OtolaryngolClin North Am. 2000; 33: 679-97.
6. Hirano M, Kakita Y, Ohmaru K, et al. Structure and mechanical properties of the vocal fold. En: Lass NJ, editor. Speech and language. Orlando: Academic Press Inc.; 1982. p. 271-97.
7. Leydon C., Sivasankar M., LodewyckFalciglia D., Atkins C., Fisher K.: Vocal Fold Surface Hydration: A Review. J. Voice, 2009: 23, 658-665.
8. Verdolini-Marston, K., Titze, I. R., &Druker, D. G. (1990). Changes in phonation threshold pressure with induced conditions of hydration. Journal of voice, 4(2), 142-151
9. Verdolini, K., Min, Y., Titze, I. R., Lemke, J., Brown, K., van Mersbergen, M.....& Fisher, K. (2002). Biological mechanisms underlying voice changes due to dehydration. Journal of Speech, Language, and HearingResearch, 45(2), 268-281.
10. Noriega, M. G. (2010). Calentamiento vocal en profesionales de la voz. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 30(2), 100-105.

11. Cobos-Carbó, A. (2005). Ensayos clínicos aleatorizados (CONSORT). *Medicina clínica*, 125, 21-27.
12. Verdolini-Marston, K., Sandage, M., &Titze, I. R. (1994). Effect of hydration treatments on laryngeal nodules and polyps and related voice measures. *Journal of Voice*, 8(1), 30-47.
13. Verdolini, K., Titze, I. R., & Fennell, A. (1994). Dependence of phonatory effort on hydration level. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 37(5), 1001-1007.
14. Fujita, R., Ferreira, A. E., & Sarkovas, C. (2004). Videokymography assessment of vocal fold vibration before and after hydration. *Revista Brasileira de Otorrinolaringología*, 70(6), 742-746.
15. CGCL: Consejo General de Colegios de Logopedas. [Consejologopedas.com](http://consejologopedas.com) [Internet]. A Coruña: Consejo General de Colegios de Logopedas; 2014 [citado 20 abril 2016].  
Disponible en: [http://www.consejologopedas.com/codigo\\_etico.html](http://www.consejologopedas.com/codigo_etico.html).
16. Díaz Gómez M, González Riancho Colonges A., Borragán Torre A.: *Cirugía Endolaríngica Fibroscópica. Rehabilitación Vocal*. 1999, Ed. Asociación CELF.
17. Borragán A, Lucchini E , Agudo MA, González MJ, Ricci Maccarini A: *Il método Propiocettivo Elastico nella terapia vocale*. *Acta Phoniatica Latina*. Vol XXX, n1, 2008. Ed. La garangola, Padova.