

Efectividad del calentamiento vocal fisiológico para cantantes

Effectiveness of Physiological Vocal Warm for Singers

Efetividade do aquecimento vocal fisiológico para cantores

Carlos Alberto Calvache Mora, Flgo., MSc¹

Recibido: 7 de octubre de 2015 • Aceptado: 16 de marzo de 2016

Doi: <https://dx.doi.org/10.12804/revsalud14.03.2016.05>

Para citar este artículo: Calvache-Mora CA. Efectividad del calentamiento vocal fisiológico para cantantes. Rev Cienc Salud. 2016;14(3):365-378. doi: <https://dx.doi.org/10.12804/revsalud14.03.2016.05>

Resumen

Introducción: determinar cambios en el grado de aducción de los pliegues vocales y características resonanciales en cantantes, posterior a la implementación de una secuencia de calentamiento vocal fisiológico. *Materiales y métodos:* se aplicaron medidas de análisis acústico y electroglotografía a 11 cantantes, al realizar cuatro tareas fonatorias antes y después de la implementación de una secuencia de tres ejercicios de tracto vocal semiocluido (mano sobre boca, fonación en tubos de resonancia y *Y-Buzz*, cada uno con tres tareas fonatorias (fonación en tono e intensidad cómodas, variación de tono con glissandos de tercera y quinta nota de escalas mayores, variación de la intensidad vocal con estrategia de *Messa di Voci*). Estudio experimental, con análisis estadístico descriptivo y aplicación de la prueba no paramétrica Wilcoxon para el caso del cepstrum. *Resultados:* cambios positivos a corto y mediano plazo en todas las medidas aplicadas. Todos los sujetos aumentaron la sensación de voz resonante, presentaron mejoría en la calidad vocal cantada, voz con mínimo estrés de impacto de los pliegues vocales y mayor proyección, aspectos reflejados en las correlaciones positivas entre cociente de contacto, medidas de perturbación, LTAS y cepstrum. *Discusión:* el calentamiento vocal fisiológico es una herramienta que contribuye a mejorar y cuidar el instrumento de trabajo de cantantes, la energía acústica en el tracto vocal mejora luego de la secuencia de calentamiento vocal fisiológico, así se puede observar un efecto inmediato y cada vez mayor a largo plazo.

Palabras clave: voz, fonoaudiología, calentamiento vocal, fonación, electroglotografía, análisis acústico.

¹ Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Programa de Fonoaudiología, Universidad del Rosario.
Correo electrónico: carlos.calvache@urosario.edu.co

Abstract

Introduction: To determine changes in the degree of adduction of the vocal folds and resonant features in singers, after the implementation of a sequence of physiological vocal warm. *Materials and Methods:* acoustic analyzes measurements and electroglottography were applied to 11 singers, making four phonatory tasks before and after implementation of a sequence of three exercises Vocal Tract Semiocluded (hand over mouth, straw phonation and Y-Buzz), each with three phonatory tasks (phonation with comfortable tone and intensity, pitch bend with glissandos of third and fifth note of major scales, variation of vocal intensity with Messa di Voci strategy). Experimental study, with descriptive analysis and application of non-parametric Wilcoxon test cepstrum. *Results:* Positive changes to short and medium term in measures applied. All subjects increased the feeling of resonant voice, showed improvement in vocal quality singing voice with minimal impact stress of the vocal folds and greater projection, aspects reflected in the positive correlations between contact quotient, disturbance measures, LTAS and cepstrum. *Discussion:* the physiological vocal warm is a tool that helps to improve and protect the working instrument of singers, acoustic energy in the vocal tract improved after the sequence of physiological vocal warm, observing an immediate and long-term effect.

Keywords: Voice, speech therapy, vocal warm, phonation, electroglottograph, acoustic analyzes.

Resumo

Introdução: determinar mudanças no grau de adução dos vincos vocais e características de ressonâncias em cantores, posterior à implementação de uma sequência de aquecimento vocal fisiológico. *Materiais e métodos:* se aplicaram medidas de análise acústico e eletroglotografia a 11 cantores, realizando quatro tarefas fonatórias antes e depois da implementação de uma sequência de três exercícios de Trato Vocal Semiocluído (mão sobre boca, fonação em tubos de ressonância e "Y-Buzz"), cada um com três tarefas fonatórias (fonação em tom e intensidade cómodas, variação de tom com glissandos de terceira e quinta nota de escalas maiores, variação da intensidade vocal com estratégia de Messa di Voci). Estudo experimental, com análise estatístico descritivo, e aplicação da prova não paramétrica Wilcoxon para o caso do Cepstrum. *Resultados:* mudanças positivas a curto ou mediano prazo em todas as medidas aplicadas. Todos os sujeitos aumentaram a sensação de voz ressonante, apresentaram melhoria na qualidade vocal cantada, voz com mínimo stress de impacto dos vincos vocais e maior projeção, aspetos refletidos nas correlações positivas entre Cociente de Contato, Medidas de perturbação, LTAS e Cepstrum. *Discussão:* o aquecimento vocal fisiológico é uma ferramenta que contribui a melhorar e cuidar o instrumento de trabalho de cantantes, a energia acústica no trato vocal melhora depois da sequência de aquecimento vocal fisiológico, observando um efeito imediato e cada vez maior a longo prazo.

Palavras-chave: Voz, fonoaudiologia, aquecimento vocal, fonação, eletroglotografia, análise acústica.

Introducción

El presente estudio busca mayores estrategias y ejercicios para la optimización de recursos vocales en cantantes, teniendo en cuenta que hacen parte de los profesionales de la voz, que al presentar una lesión de grado moderado pueden ver afectado su desempeño vocal (1, 2). La literatura reporta que la disfonía funcional tiene mayor prevalencia en profesores, cantantes y todas aquellas personas que utilizan su voz como herramienta ocupacional en el ámbito cotidiano (3). El estado del arte en esta temática específica, y con la población trabajada, no es muy amplio, aspecto que motivó principalmente el desarrollo del presente proceso investigativo.

La conceptualización de la voz bajo la cual se desarrolló el presente estudio buscó fundamentalmente desarrollar un equilibrio en los procesos de respiración, fonación y resonancia, teniendo en cuenta los principios planteados por la tendencia de rehabilitación planteada (4). Bajo esta misma tendencia, se han realizado diferentes investigaciones que incluyen programas o ejercicios protocolizados para el beneficio de pacientes con disfonía funcional, y que a su vez pueden ser utilizados en el entrenamiento para profesionales de la voz; se destacan la Terapia de Voz Resonante, el método del acento, el enfoque terapéutico de Lee Silverman, los ejercicios de la función vocal y los denominados ejercicios con tracto vocal semiocluido (rvso) (5-10).

Los ejercicios con rvso buscan alargar u ocluir el tracto vocal con la finalidad de influir en el patrón vibratorio de los pliegues vocales, lo que logra una mayor sensación de vibración anterior con mínimo esfuerzo laríngeo (11, 12). Este tipo de ejercicios podrían clasificarse según posturas con semioclusión constante (fonación en tubos de resonancia, fonación con tubos sumergido en el agua, vocales cerradas, fonación

sostenida con nasales, cubrir parcialmente la boca con la mano, *Y-buzz*, *humming*, consonantes fricativas sonoras); posturas con semioclusión oscilatoria (vibración labial, vibración lingual, *Raspberry*, *lip-buzz*) y posturas con semioclusión muy transitoria (consonantes oclusivas sonoras como la /b/ o /d/) (13, 14).

En sujetos para quienes la voz es su instrumento de trabajo, es importante hacer una evaluación vocal objetiva, por medio de instrumentos y medidas estandarizadas y confiables que brinden información relacionada con los procesos involucrados en la producción de la voz. Para ello, son utilizadas medidas electroglotográficas y análisis acústico de la voz como punto de partida para valorar los subprocesos de fonación y resonancia. La electroglotografía (EGG) es considerada como una valoración objetiva no invasiva que permite evaluar el contacto que se produce en las cuerdas vocales durante la fonación, el parámetro que mejor refleja las características del ciclo vocal es el cociente de contacto (CQ), que es la correlación entre la fase de contacto (suma de las fases de cierre y separación) y la duración total del ciclo (15). Los valores normales del CQ varían, dependiendo del fonema empleado y de factores propios del equipo, pero en general están próximos al 40 % (16, 17).

Respecto al proceso de resonancia, es necesario realizar un análisis acústico, con el fin de medir la calidad de la voz e indentificar parámetros y rasgos con los que se determinen características tímbricas relacionadas con la energía acústica del tracto vocal, con lo que se obtiene resultados cualitativos y cuantitativos, por medio de medidas relacionadas con frecuencia, intensidad, perturbación (Jitter, Shimmer) y ruido (HNR, NHR) (18-21).

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar la efectividad de una secuencia de calentamiento vocal

basado en los principios de la tendencia de rehabilitación fisiológica, utilizando medidas de análisis acústico y electroglotografía en estudiantes de canto.

Materiales y métodos

El presente estudio se efectuó bajo un diseño de series cronológicas, en el cual se realizaron medidas antes y después de que cada participante recibiera la intervención, así cada uno actuó como su propio control para evaluar el efecto del tratamiento.

Muestra: estuvo constituida por 11 estudiantes de canto de primer semestre de formación, en edades de 18 a 34 años. Los criterios de inclusión estuvieron determinados por: (i) edades entre 18 y 40 años de edad, (ii) no tener título profesional de cantante, (iii) no tener ningún antecedente patológico a nivel laríngeo ni de alteración vocal. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado de los procedimientos realizados para la investigación.

Materiales: para las medidas de análisis acústico: cabina sonoacústica ref: sf140 serie 006; micrófono Rode NT2-A omnidireccional, con un rango de frecuencia entre 20 Hz-20 kHz, impedancia de salida 200 Ω , sensibilidad -36,0Db 1 volt/pascal (16.00mv @94Db SPL) +/- 2dB a 1 kHz, nivel de ruido equivalente (ponderado) 7dB-A; tarjeta de sonido M audio Fast Track; computador Dell con procesador Core i5 y RAM de 3 Gb; teclado Yamaha PSR 330 de cinco octavas. Para el procesamiento y análisis de la señal acústica, específicamente las medidas de Jitter, Shimmer, Long Term Average Spectrum (LTAS) y Harmonic Noise Ratio (HNR) se utilizó el software libre Praat versión 5.4.02; en el cálculo del cepstrum fue utilizado el software Lingwaves con una *simple analysis window* de 1024.

En cuanto a la obtención de medidas electroglotográficas, se utilizó un electroglotógrafo de Glottal Enterprises modelo Eg2-Pcx2 con electrodos de doble canal, ubicados sobre cada lámina del cartílago tiroideos y sujetos con una lámina de velcro (propia del equipo). Todas las muestras fueron registradas digitalmente en archivos .wav a una frecuencia de muestreo de 44 kHz con 16 bits / muestra de cuantificación. El software utilizado para la compensación y análisis de la onda EGG fue PhaseComp (GlottalEnterprises, Syracuse, NY, USA), con lo que se obtuvo el valor del cociente de contacto glótico con un nivel de criterio de 35 %. Fueron seleccionados tres puntos estables de la señal para el análisis del CQ.

Procedimiento: se realizaron tres evaluaciones vocales: (i) antes del calentamiento vocal, (ii) inmediatamente después y (iii) posterior a dos meses de la primera valoración, esto con el fin de evidenciar tanto el efecto inmediato como a mediano plazo de la secuencia de calentamiento enseñada. Para evitar cambios pre- y pos- atribuidos a la modificación de la frecuencia fundamental de cada participante, se controló esta última con una organeta durante la tercera evaluación. En el periodo intermedio entre la segunda y tercera evaluación, cada cantante practicó a libre demanda una secuencia de calentamiento vocal fisiológico. Cada evaluación se realizó a partir de cuatro tareas:

- (i) Emisión de /a/ prolongada en tono habitual de su habla.
- (ii) Glissando ascendente y descendente en donde se sintieran cómodos en tono e intensidad.
- (iii) Lectura de un texto fonéticamente balanceado.
- (iv) Primera estrofa del "Cumpleaños Feliz".

La secuencia de calentamiento vocal fisiológico estuvo constituida por tres ejercicios:

(i) mano sobre boca, (ii) fonación en tubos de resonancia (5 mm de diámetro - 25,8 cm de longitud) y (iii) *Y-Buzz*. Con cada ejercicio se realizaron tres tareas fonatorias: (i) fonación en tono e intensidad cómodas, (ii) varia-

ción con glissandos de tercer y quinto tono de escalas mayores (a cada participante se dio su frecuencia fundamental) y (iii) variación de la intensidad vocal con estrategia de *Messa di Voci* (tabla 1).

Tabla 1. Secuencia calentamiento vocal fisiológico

Ejercicio	Tarea fonatoria	Número de repeticiones
Mano sobre Boca	Tono cómodo Glissando 3.º y 5.º Messa di voce	3 cada tarea fonatoria
Tubo de resonancia	Tono cómodo Glissando 3.º y 5.º Messa di voce	3 cada tarea fonatoria
Y-Buzz	Tono cómodo Glissando 3.º y 5.º Messa di voce	3 cada tarea fonatoria

Estadística: fue utilizado el software de IBM SPSS Statistics 22, con el que se realizó el análisis de medidas de tendencia central, específicamente para los parámetros de Jitter, Shimmer, HNR y LTAS. Para la comparación de los valores pre- y pos- del cepstrum se utilizó el estadístico no paramétrico Wilcoxon, considerando valores $p < 0,05$ como estadísticamente significativos.

Resultados

A continuación se hace mención a los datos obtenidos por medio de la valoración inicial y final, presentando la comparación de cada ítem señalado.

Jitter: no se establece una relación consistente, debido a la poca significancia representada en el estadístico aplicado. Sin embargo, en relación con la media obtenida en la primera

Tabla 2. Comparaciones entre las evaluaciones pre- y pos- aplicación de la secuencia del calentamiento vocal fisiológico

9.	Jitter		Shimmer		Cociente Alpha Ratio hablada		Cociente Alpha Ratio cantada		Cepstrum		HNR		cQ1		cQ2		cQ3		
	N	\bar{x}_r	σ	\bar{x}_r	σ	\bar{x}_r	σ	\bar{x}_r	σ	\bar{x}_r	σ	\bar{x}_r	σ	\bar{x}_r	σ	\bar{x}_r	σ	\bar{x}_r	Σ
Preagosto	11	0,33	0,18	4,63	2,64	-16,79	1,33	-14,49	3,83	1852,81	491,66	17,7	3,96	44	6,61	43	4,92	44	6,48
Posagosto	11	0,29	0,10	3,24	1,92	-16,47	1,36	-14,11	3,77	2227,54	544,63	19,63	3,71	43	6,63	42	6,40	41	6,52
Preoctubre	11	0,30	0,10	3,44	2,86	-17,19	1,45	-14,27	3,94	1890	1059,21	19,24	3,24	45	4,74	44	4,90	44	4,51
Posoctubre	11	0,31	0,12	2,63	1,01	-16,77	2,09	-13,70	4,11	2382,45	579,68	20,89	1,92	43	6,83	42	5,87	43	6,74

HNR: Harmonic noise ratio - Relación Armónico Ruido.

cQ1: Cociente de contacto, primera medición.

cQ2: Cociente de contacto, segunda medición.

cQ3: Cociente de contacto, tercera medición.

valoración, la perturbación de la frecuencia disminuye con valores por debajo de 1,04% (valor de normalidad tomado para Praat), lo cual indicó un beneficio inmediato a la aplicación de la secuencia de calentamiento vocal fisiológico.

Shimmer: el valor límite de normalidad en el software Praat fue considerado hasta 3,81 %. Los datos en las diferentes evaluaciones fueron descendiendo en relación con la media de la primera valoración (4,63 % preagosto / 3,24 % posagosto; 3,44 % preoctubre / 2,63% posoctubre). Aspecto que demuestra disminución en la perturbación de la amplitud tras la aplicación de la secuencia de ejercicios a mediano plazo.

LTAS - Índice Alpha: En este parámetro se consideran valores de normalidad, señales entre 0dB y 10dB y patológico entre -11db y -20dB; en la voz hablada con el tratamiento a largo plazo, se identifica un aumento teniendo en cuenta que los valores son negativos (-20 a 0), hubo bajo nivel de significancia probablemente por el tamaño de la muestra; sin embargo, a corto plazo es evidente una diferencia mayor al iniciar con una media de -17,19dB y finalizar con un promedio de -16,77dB. En relación con la voz cantada, se observó mejoría inmediata desde la segunda valoración, pasando de una media de -14,49dB a -13,70dB; adicionalmente, es evidente que los valores inmediatos poscalentamiento también aumentan, lo que indica que los ejercicios funcionan a corto y mediano plazo de manera positiva para esta variable.

Cepstrum: este índice es directamente proporcional a la energía acústica del tracto vocal; por lo tanto, cuanto más alto sea el pico, se determinará una mejor colocación de la voz. El valor de la media inicial fue de 1852,81dBr (preagosto) frente a la media final de 2382,45dBr (posoctubre), lo que indica que la energía en la proyección vocal aumentó a corto y largo plazo. Este índice fue el que demostró mayor significancia al aplicar el estadístico Wilcoxon.

Tabla 3. Comparación del cepstrum pre- y pos- aplicación del calentamiento vocal fisiológico

	Cepstrum Posagosto - CepstrumPreagosto	Cepstrum Posoctubre - Cepstrum Preoctubre
Z	-2,401 ^b	-2,045 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,016	,041

La figura 1 evidencia los cambios del cepstrum tras la aplicación de la secuencia de calentamiento propuesta. En la parte superior hay un pico de 1830 dBr (preagosto) frente al pico postoctubre con un aumento a 2168 dBr, (parte inferior); además, es notoria la tendencia del pico al lado derecho de la ventana, lo que indica una mejoría en la colocación de la voz y un aumento de energía en la proyección vocal de este cantante.

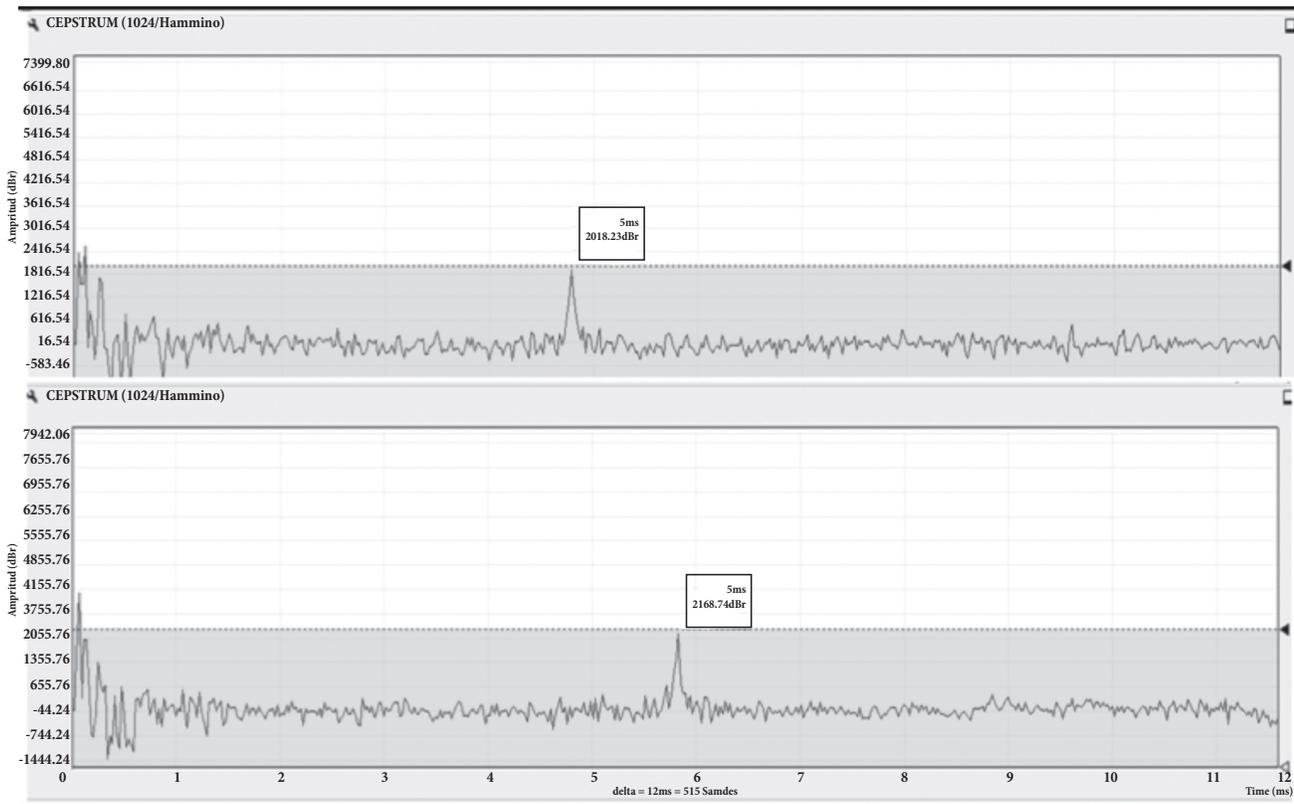


Figura 1. Comparación de la posición y pico cepstral pre- y pos- aplicación del calentamiento vocal fisiológico

HNR: se tomó como valor de normalidad 16.54dB (18). Hubo un aumento en la media de 17,75dB (pre-) a 20,89dB (pos-), lo cual quiere decir que la energía acústica de los armónicos en relación con el ruido de la señal, aumenta tras la aplicación del calentamiento vocal fisiológico, lo que ocasiona cada vez menor turbulencia en la señal acústica analizada.

Contact Quotiont: para los valores del cociente de contacto se tomaron tres muestras

con la emisión de una /a/ prolongada, cada una tuvo una duración de aproximadamente 3-4 segundos con la finalidad de identificar la variabilidad de los valores. Se evidenció que el *cQ* desciende con la aplicación del calentamiento a corto plazo, pero aumenta a mediano. No obstante, todos los valores obtenidos están entre el 40 % y 44 %, valor considerado como normal en la literatura.



Figura 2. Comparación del CQ y cualidades de onda EGG

Descripción de la figura: en la parte superior, la onda EGG evidencia un CQ de 31 %, siendo evidente por la forma de onda que los pliegues vocales permanecen más tiempo abiertos que contactándose; posterior a la aplicación de la secuencia de calentamiento vocal fisiológico, se evidencia la onda con aumento del CQ a 42 %, y se logra un equilibrio entre las fases abierta y cerrada de los pliegues vocales.

Correlaciones halladas: con el análisis y los resultados encontrados se puede afirmar que, a

mayor energía acústica en el tracto vocal (valorada por el cepstrum y LTAS en la voz hablada y cantada), la aproximación de los pliegues es óptima para una fonación en registro modal y de tipo Flow. Por tanto, en una voz cantada o hablada con mayor colocación resonancial anterior facial, la aproximación de los pliegues vocales es mejor, lo que se obtuvo tras la aplicación de la secuencia de calentamiento vocal fisiológico propuesta (figura 3).

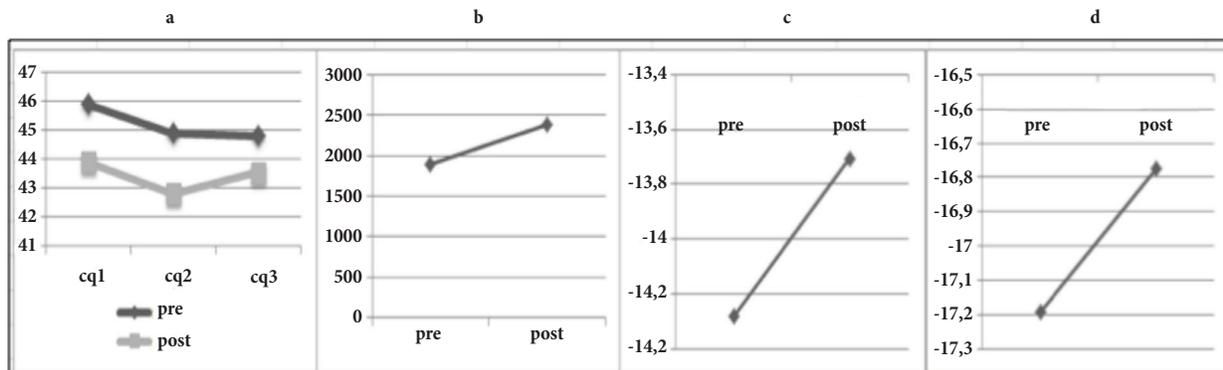


Figura 3. Correlación CQ-cepstrum-LTAS

a. Contact Quotient pre- y pos-

b. Comparación Cepstrum pre- y pos-

c. Comparación LTAS voz hablada pre- y pos- / Comparación LTAS voz cantada pre- y pos-

- CQ comparación pre- y pos-*: valores correspondientes a una fonación de tipo Flow tras la aplicación de la secuencia de calentamiento vocal fisiológico.
- Cepstrum comparación pre- y pos-*: aumento de energía acústica en el tracto vocal tras la aplicación de los ejercicios.
- LTAS comparación pre- y pos- voz hablada y cantada*: evidencia de valores con tendencia a cero, haciendo referencia al aumento de la colocación de la voz posterior a la aplicación de la secuencia de ejercicios propuesta.

Discusión

La realización de este estudio permitió generar un entrenamiento vocal que puede implementarse en cantantes. Al contrastar los resultados con la literatura, se evidencia que los que se obtuvieron en esta investigación fueron buenos. Además, la aplicación de medidas objetivas para la fonación y la resonancia, entre ellas la electroglotografía y el análisis acústico, demuestran la objetividad de los resultados alcanzados (12-14, 18-21). Se evidenció que los cambios positivos en la producción vocal, durante la emisión cantada y hablada, son

producto del equilibrio de tres subprocesos (respiración, fonación y resonancia), logrados a partir de la aplicación de ejercicios basados en la tendencia de rehabilitación vocal fisiológica, comprobando así los beneficios reportados en la literatura (22-24). Esta corriente también logra en el cantante un afianzamiento de rutinas y técnicas incorporadas a su desempeño cotidiano de calentamiento vocal (13, 16).

Respecto a los resultados de las valoraciones con electroglotografía y análisis acústico, se evidenció una correlación positiva constante entre el grado de aproximación de los pliegues vocales y el nivel de energía acústica del tracto vocal, aspecto demostrado por los cambios obtenidos en cepstrum correlacionados con el CQ (figura 3), elemento comprobable por medio de lo reportado en la literatura (25-29). Se obtuvo mayor estabilidad en la emisión de la voz, lo que reduce el riesgo de deficiencia vocal funcional por estrés de colisión, aspecto negativo que se reporta en la mayoría de datos epidemiológicos relacionados con los profesionales de la voz (8, 24-27). Otro de los valores importantes en el análisis acústico fue la medida de ruido mediante el HNR, donde el

ruido es una energía aperiódica ocasional en la voz que puede ocurrir en toda la extensión de frecuencia de esta o en determinados segmentos (30, 31). En el presente estudio hubo reporte de cambios positivos, obteniendo como resultado valores menores posaplicación del calentamiento vocal fisiológico.

También fue significativo analizar el cepstrum (CPA), que se calcula al determinar el pico de mayor amplitud en una escala temporal, lo que establece el grado de periodicidad de la señal de más baja frecuencia en relación con otros componentes periódicos o ruidosos presentes (32, 33). La medida del pico del cepstrum demostró ser un método eficaz para distinguir voces periódicas de aperiódicas en la muestra, además el correlacionar dichos valores con los de Jitter, Shimmer y HNR permitió demostrar mayor nivel de confiabilidad en la medición de la señal acústica, la cual fue directamente proporcional a la ganancia en energía acústica del tracto vocal obtenida en la mayoría de los cantantes, evidente en una voz perceptualmente con mayor resonancia anterior, tras la instauración del calentamiento vocal fisiológico.

Respecto al índice alpha determinado a partir de los valores $LTAS$, al correlacionarlo con las medidas de cepstrum y HNR, se demostró objetivamente el aumento en la colocación de la voz, aspecto que, relacionado con el cociente de contacto glótico, ayudó a establecer la existencia o no de una producción vocal económica (34, 35). Los estudios reportados en la literatura han demostrado que el cociente de contacto glótico es la medida cuantitativa que determina la relación existente entre la duración de la fase de contacto y el tiempo total del ciclo fonatorio, este valor se correlacionó con el modo de fonación, al señalar valores más altos en cantantes con voces hiperfuncionales en registro modal y valores menores en el CQ con voces hipofuncionales en registro falsete (18, 34).

Todos los sujetos aumentaron la sensación de voz resonante y manifestaron, perceptualmente, un nivel mayor de colocación anterior durante el habla y el canto. Se ha sustentado este efecto tras aplicar ejercicios que optimicen la aducción de los pliegues vocales, con lo que se reporta un mayor índice de economía vocal debido al mínimo estrés de impacto en la colisión de estos, con menor esfuerzo y mayor proyección vocal (35-37). Se ha demostrado la mayor efectividad vocal tras implementar tratamientos en pacientes o profesionales de la voz utilizando ejercicios con tracto vocal semiocluido. Principalmente, la fonación con tubos, mano sobre boca y vibración labial, mejoran la aducción de los pliegues vocales, aumentan la sensación de colocación anterior y desarrollan mayor impacto en la conciencia y apropiación del ejercicio (37-40). Con la secuencia de ejercicios aplicada en el presente estudio se evidenció una mejoría notoria a corto y mediano plazo en el grupo de cantantes (tabla 2, figura 3); sin embargo, se recomienda llevar a cabo futuras investigaciones que ayuden a explorar el efecto de la secuencia en una muestra poblacional más grande, además, utilizando un grupo control con el fin de aplicar estadísticos de mayor impacto que permitan determinar el grado de significancia en todas las variables presentadas.

Por otro lado, es importante resaltar estudios en los que se han indicado correlaciones entre deficiencias y actividades vocales teniendo en cuenta perfiles de participación, desde evaluaciones con electroglotografía y análisis acústico, aspecto que podría tenerse en cuenta con la población del presente estudio en una próxima investigación (41, 42). Así, se podrían incluir elementos de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la salud al área de la voz. Esto bajo la premisa mundial con la que se trabaja actualmente el concepto de salud, bajo el cual

ha sido importante la demanda de programas donde se incluya a la población mencionada en procesos de promoción, prevención y entrenamiento vocal para la optimización del uso de la voz cantada; procesos que han sido liderados por fonoaudiólogos bajo diferentes tendencias de rehabilitación y entrenamiento profesional de la voz.

Este tipo de entrenamiento en estudiantes de canto promueve la salud vocal y debe ser incorporado como parte de la rutina en actividades donde la voz tenga un uso ocupacional. El fonoaudiólogo puede integrarse y hacer parte del entrenamiento de voz profesional al aportar conocimientos significativos dentro de un ambiente formativo, pues es el profesional encargado de abordar la voz hablada y cantada con conocimientos suficientes que permiten generar estrategias para el uso óptimo de esta.

Conclusiones

Se considera que el calentamiento vocal es una herramienta que contribuye a mejorar y cuidar el instrumento de trabajo de cantantes. Con su aplicación, bajo ejercicios contrato vocal semiocluído, promueve y facilita una voz resonante, disminuye quiebres vocales, se logra mayor control respiratorio y relajación de los órganos fonoarticuladores; además de propiciar un ataque glótico adecuado, con bajo nivel de estrés de colisión de los pliegues vocales, aspecto que previene en el profesional de la voz posibles deficiencias tras alta carga vocal.

Es evidente que la energía acústica en el tracto vocal mejora luego de la secuencia de calentamiento vocal fisiológico; de esta manera, se observa un efecto inmediato y cada vez mayor a largo plazo. Ello responde la hipótesis de que el calentamiento vocal fisiológico promueve altos índices de economía vocal tras la

secuencia trabajada, lo que demuestra objetivamente, por medio de las mediciones electroglotográficas, que donde los pliegues vocales se aproximan sin esfuerzo ni escape de aire presentan mayor amplitud y que existe una óptima fase de cierre y fase de apertura de los pliegues vocales.

Se sugiere estudiar otras poblaciones de profesionales de la voz, con el fin de determinar el impacto de la tendencia de rehabilitación fisiológica, identificando, cuantitativa y cualitativamente, índices de economía vocal con mediciones objetivas del estrés de impacto de los pliegues vocales y haciendo uso adicional de medidas aerodinámicas de la fonación. Esto fortalecerá el abordaje e intervención de las deficiencias de la voz y/o entrenamiento vocal a nivel profesional desde la perspectiva fonoaudiológica.

Descargos de responsabilidad

La toma de datos para el presente estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Voz de la Corporación Universitaria Iberoamericana, todos los equipos utilizados para las medidas acústicas de la voz y electroglotografía son propiedad del Programa de Fonoaudiología de dicha institución. La escritura del artículo es obra exclusiva del autor, por tal razón no existe ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Especial agradecimiento a Ginna Elizabeth Pacheco Urrego, Karen Jineth González Gutiérrez y Lina Yohanna Ramírez Salgado, de la Corporación Universitaria Iberoamericana, quienes desde su énfasis profesional para optar al título de Fonoaudiólogas, aportaron sustancialmente en la recolección de datos, construcción de figuras, tablas y edición de contenido.

Referencias

1. Koufman JA. Approach to the patient with a voice disorder. *Otolaryngol Clin North Am.* 1991;24(5):989-98.
2. Sepic T, Pankas J, Grubestic A, Ticac R, Starcevic R. Basics of voice dysfunction-etiology and prevention of voice damage. *Coll Antropol.* 2011;35(Suppl):97-101.
3. Pankas J, Sepic T, Pitlovic V, Rosso M, Starcevic R. Importance of correct therapeutic procedure selection in voice recovery. *Coll Antropol.* 2011;35(Suppl):2259-62.
4. Patel RR, Pickering J, Stemple J, Donohue KD. A case report in changes in phonatory physiology following voice therapy: application of high-speed imaging. *J Voice.* 2012; 26(6):734-41.
5. Titze I, Verdolini K. *Vocology the Science and Practice of Voice Habilitation.* Iowa City: National Center for Voice and Speech; 2012.
6. Malki KH, Nasser NH, Hassan SM, Farahat M. Accent method of voice therapy for treatment of severe muscle tension dysphonia. *Saudi Med J.* 2008;29(4):610-3.
7. Wenke RJ, Theodoros D, Cornwell P. Effectiveness of Lee Silverman Voice Treatment (LSVT) on hypernasality in non-progressive dysarthria: the need for further research. *Int J Lang Commun Disord.* 2010;45(1):31-46. doi: 10.3109/13682820802638618.
8. Pedrosa V, Pontes A, Pontes P, Behlau M, Peccin SM. The Effectiveness of the Comprehensive Voice Rehabilitation Program Compared With the Vocal Function Exercises Method in Behavioral Dysphonia: A Randomized Clinical Trial. *J Voice.* 2015;30(3):377. doi: 10.1016/j.jvoice.2015.03.013.
9. Guzmán M, Callejas C, Castro C, García-Campo P, Lavanderos D, Valladares M et al. Efecto terapéutico de los ejercicios con tracto vocal semiocluido en pacientes con disfonía músculo tensional tipo I. *Rev Logop Fon Audiol.* 2012;32(03):139-46.
10. Titze I. Phonation pressure measurement with semiocluded vocal tract. *J Speech Lang Hear Res.* 2009;52(4):1062-72. doi: 10.1044/1092-4388(2009/08-0110)
11. Titze I, Hunter E. Feasibility of measurement of a voice range profile with a semi-occluded vocal tract. *Logoped Phoniatr Vocol.* 2011;36(1):32-9. doi: 10.3109/14015439.2010.548828
12. Ziegler A, Gillespie AI, Verdolini-Abbott K. Behavioral Treatment of Voice Disorders in Teachers. *Folia Phoniatr Logop.* 2010;62(1-2):9-23. doi: 10.1159/000239059
13. Guzmán M, Higuera D, Fincheira C, Muñoz D, Guajardo C. Efectos acústicos inmediatos de una secuencia de ejercicios vocales con tubos de resonancia. *R CEFAC.* 2012;14(3):471-80.
14. Andrade PA, Wood G, Ratcliffe P, Epstein R, Pijper A, Svec JG. Electroglottographic study of seven semi-occluded exercises: LaxVox, straw, lip-trill, tongue-trill, humming, hand-over-mouth, and tongue-trill combined with hand-over-mouth. *J Voice.* 2014;28(5):589-95. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.11.004>
15. Calvache-Mora CA. Objetividad de la electroglotografía. Aplicaciones clínicas e investigativas en la voz. *Rev Logop Fon Audiol.* 2014;35(1).
16. Sundberg J, Mecke A, Granqvist S, Echternach M. Comparing closed quotient in children singers' voices as measured by high-speed-imaging, electroglottography and inverse filtering. *J Acoust Soc Am.* 2013;131(1):435-41.
17. Guzmán M, Rubin A, Muñoz D, Menaldi C. Changes on Glottal Contact Quotient during Tube Phonation and Phonation with Vibrato. *J Voice.* 2013;27(3):305-11. doi: 10.1016/j.jvoice.2013.01.017.
18. Pützer M, Wokurek W. Acoustic- and EGG-parametrizations of Phonatory Quality Provide Voice Profiles of Normal Speakers. *Laryngo Rhino Otol.* 2015;94(05).

19. Elisei N. Análisis acústico de la voz normal y patológica utilizando dos sistemas diferentes: anagraf y praat. *Interdiscip Rev Psicol Cienc Afin.* 2012;29(2):339-57.
20. Núñez F, González R, Peláez B, González I, Fernandez M, Morato M. Acoustic voice analysis using the Praat program: comparative study with the Dr. Speech program. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2014;65(3):170-6. doi: 10.1016/j.otorri.2013.12.004
21. Freitas S, Pestana P, Almeida V, Ferreira A. Integrating Voice Evaluation: Correlation Between Acoustic and Audio-Perceptual Measures. *J Voice.* 2015;S0892-1997(14)00162-3. doi: 10.1016/j.jvoice.2014.08.007
22. Chernobel'skiĭ SI. Comparison of the results of acoustic analysis of the voice recorded by different methods. *Vestn Otorinolarinol.* 2014;(1):41-3.
23. Souza L, Pereira R, Santos M, Godoy C. Fundamental frequency, phonation maximum time and vocal complaints in morbidly obese women. *Arq Bras Cir Dig.* 2014;27(1):43-6.
24. Guzmán M, Laukkanen AM, Krupa P, Horáček J, Švec JG, Geneid A. Vocal Tract and Glottal Function During and After Vocal Exercising with Resonance Tube and Straw. *J Voice.* 2013;27(4):523.e19-34. doi: 10.1016/j.jvoice.2013.02.007
25. Lowell SY, Kelley RT, Awan SN, Colton RH, Chan NH. Spectral- and Cepstral-Based Acoustic Features of Dysphonic, Strained Voice Quality. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.* 2012;121(8):539-48.
26. Tay EY, PhynlandDJ, Oates J. The effect of vocal function exercises on the voices of aging community choral singers. *J voice.* 2012;26(5):672.e19-27. doi: 10.1016/j.jvoice.2011.12.014
27. Gaskill CS, Quinney DM. The effect of resonance tubes on glottal contact quotient with and without task instruction: a comparison of trained and untrained voices. *J Voice.* 2012;26(3):e79-e93. doi: 10.1016/j.jvoice.2011.03.003
28. Enflo L, Sundberg J, Romedahi C, McAllister A. Effects on vocal fold collision and phonation threshold pressure of resonance tube phonation with tube end in water. *J Speech Lang Hear Res.* 2013;56(5):1530-8. doi: 10.1044/1092-4388(2013/12-0040).
29. Enflo L, Sundberg J, McAllister A. Collision and phonation threshold pressures before and after loud, prolonged vocalization in trained and untrained voices. *J Voice.* 2013;27(5):527-30. doi: 10.1016/j.jvoice.2013.03.008
30. Ceconello L, Golub N. Valores de referencia de índices de perturbación a corto y largo plazo, medidas de ruido y F0 en niños. *Rev FASO.* 2009; 16(2):51-6.
31. Ceconello L, Farias P, Gurlekian J, Elisei N. El cepstrum como indicador de la calidad vocal. Documento presentado en: III Encuentro Nacional de Investigación en Fonoaudiología. may 27-28; Bogotá, Colombia.
32. Guzmán M, Malebrán MC, Zavala P, Saldívar P, Muñoz D. Acoustic changes of the voice as signs of vocal fatigue in radio broadcasters: preliminary findings. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2013;64(3):176-83. doi: 10.1016/j.otorri.2012.11.003
33. Jagannath N, Suprava P, Mukesh Z, Pramod K. Complex Cepstrum Based Voice Conversion Using Radial Basis Function. *Hindawi.* 2014;2014(357048):1-13.
34. Selamtzis A, Ternström S. Analysis of vibratory states in phonation using spectral features of the electroglottographic signal. *J Acoust Soc Am.* 2014;136(5):2773-83. doi: 10.1121/1.4896466
35. Jiang JJ, Shan AG, Hess MM, Verdolini K, Banzali FM Jr, Hanson DG. Vocal fold impact stress analysis. *J Voice.* 2001;15(1):4-14.
36. Verdolini K, Ramig LO. Review: occupational risks for voice problems. *Logoped Phoniatr Vocol.* 2001;26(1):37-46.

37. Guzman M, Calvache C, Romero L, Muñoz D, Olavarria C, Madrid S et al. Do Different Semi-Occluded Voice Exercises Affect Vocal Fold Adduction Differently in Subjects Diagnosed with Hyperfunctional Dysphonia? *Folia Phoniatr Logop.* 2015;67(2):68-75. doi: 10.1159/000437353
38. Grillo EU, Verdolini K. Evidence for distinguishing pressed, normal, resonant, and breathy voice qualities by laryngeal resistance and vocal efficiency in vocally trained subjects. *J Voice.* 2008;22(5):546-52
39. Mazzer S, Zambon F, Yamasaki R, Simberg S, Behlau M. Immediate effects of the finish resonance tube method on behavioral dysphonia. *J Voice.* 2013;27(6):717-22. doi: 10.1016/j.jvoice.2013.04.007
40. Gaskill CS, Erickson ML. The effect of an artificially lengthened vocal tract on estimated glottal contact quotient in untrained male voices. *J Voice.* 2010;24(1):57-71. doi: 10.1016/j.jvoice.2008.05.004
41. Kankare E, Liu D, Laukkanen AM, Geneid A. EGG and acoustic analyses of different voice samples: comparison between perceptual evaluation and voice activity and participation profile. *Folia Phoniatr Logop.* 2013;65(2):98-104. doi: 10.1159/000354076
42. Kankare E, Laukkanen AM. Quasi-output-cost-ratio, perceived voice quality, and subjective evaluation in female kindergarten teachers. *Logoped Phoniatr Vocol.* 2012;37(2):62-8. doi: 10.3109/14015439.2012.660500