

Laringología y Neurolaringología

Uso del análisis acústico en el seguimiento de pacientes con patología vocal: Estudio preliminar

Use of acoustic analysis in patients with voice pathology follow-up: A preliminary study

Uso da análise acústica no seguimento de pacientes com patologia vocal: Estudo preliminar

Lic. Ana Luisa Bekerman⁽¹⁾

Resumen

Introducción: La evaluación vocal es multiparamétrica. En la dimensión acústica, los índices de perturbación y la relación armónico-ruído han sido cuestionados. La espectrografía acústica permite realizar representaciones visuales de la voz. El propósito de este trabajo es analizar si los índices de perturbación y la relación armónico-ruído mejoran en pacientes que presentaron una buena evolución vocal y describir la utilidad del espectrograma de banda angosta.

Material y método: Estudio retrospectivo de una serie de casos. Se realizaron evaluaciones perceptuales y se obtuvieron informes otorrinolaringológicos pre y post-tratamiento en pacientes que presentaron buena evolución vocal post-tratamiento. Se grabó una vocal /a/ sostenida. Se analizaron los índices de perturbación y armónico-ruído generando un espectrograma de banda angosta.

Resultados: Se incluyeron ocho pacientes entre 10 y 62 años. El jitter mejoró en cinco pacientes, el shimmer en siete y el armónico-ruído en la totalidad. El promedio mejoró en todos los parámetros estudiados luego del tratamiento. La diferencia pre y post-tratamiento no resultó significativa. En el espectrograma de banda angosta se observó mejor definición de la estructura armónica y disminución del componente de ruido en todos los casos.

Conclusiones: Cuatro de los ocho pacientes presentaron evolución favorable en todos los parámetros. El promedio de los índices de perturbación y armónico-ruído fue mejor luego del tratamiento, si bien la diferencia encontrada no fue significativa. El espectrograma de banda angosta es un complemento que permitiría mejorar la interpretación de los índices de perturbación y armónico-ruído dentro de una evaluación vocal multidimensional y multiparamétrica.

Palabras clave: Análisis acústico, espectrografía acústica, trastorno vocal, evaluación vocal.

Abstract

Introduction: Voice assessment is multiparametric. In the acoustic dimension, the perturbation measures and the harmonics-to-noise ratio have been questioned. Sound spectrography allows visual representations of voice. The purpose of this paper is to analyze if perturbation measures and harmonics-to-noise ratio improve in a group of patients who showed good vocal evolution and to describe narrow band spectrogram usefulness.

Material and method: Retrospective study of a series of cases. Pre and post-treatment auditory-perceptual evaluations were carried out and otorhinolaryngological reports were obtained in patients who featured vocal improvement. A sustained /a/ vowel was recorded. Perturbation measures and

⁽¹⁾ Profesora Adjunta, Universidad del Museo Social Argentino, Facultad de Ciencias Humanas, Argentina. Fonoaudióloga en Centro Médico Vicente López del Hospital Británico, Argentina.

Mail de contacto: anabekerman@hotmail.com

Fecha de envío: 28 de agosto de 2017- Fecha de aceptación: 15 de octubre de 2017.

harmonics-to-noise ratio were analyzed, generating a narrow-band spectrogram.

Results: Eight patients between the ages of 10 and 62 were included. Jitter improved in five patients, shimmer did in seven, and the harmonics-to-noise ratio improved in all of them. After treatment, the average improved in all the studied parameters. Pre- and post-treatment difference was not significant. In the narrow-band spectrogram, better harmonic structure and noise component reduction was observed in all cases.

Conclusiones: Four out of said eight patients showed favorable evolution in all the studied acoustic parameters. The perturbation measures and harmonics-to-noise ratio average was better after treatment, although the difference found was not significant. Narrow-band spectrogram is a complement which would improve the interpretation of the acoustic measures within a multidimensional and multiparametrical voice assessment.

Key words: Sound spectrography, voice disorder, acoustic analysis, voice assessment.

Resumo

Introdução: A avaliação vocal é multiparamétrica. Na dimensão acústica, os índices de perturbação e a relação harmônico-ruído já foram questionados. A espectrografia acústica nos permite realizar representações visuais da voz. O propósito deste trabalho é analisar se os índices de perturbação e a relação harmônico-ruído melhoram em pacientes que apresentaram uma boa evolução vocal e descrever a utilidade do espectrograma de banda estreita.

Material e método: Estudo retrospectivo de uma série de casos. Foram realizadas avaliações perceptuais, obtendo-se laudos otorrinolaringológicos pré e pós-tratamento em pacientes que apresentaram boa evolução vocal pós-tratamento. Com a gravação da vogal /a/ sustentada, foi feita a análise dos índices de perturbação e harmônico-ruído, gerando um espectrograma de banda estreita.

Resultados: O estudo envolveu oito pacientes de entre 10 e 62 anos. O jitter indicou melhora em cinco pacientes, o shimmer em sete e o harmônico-ruído, na totalidade. A média melhorou em todos os parâmetros estudados após o tratamento. A diferença pré e pós-tratamento não resultou significativa. O espectrograma de banda estreita mostrou uma melhor definição da estrutura harmônica e diminuição do componente de ruído em todos os casos.

Conclusões: Quatro dos oito pacientes apresentaram evolução favorável em todos os parâmetros. A média dos índices de perturbação e harmônico-

ruído foi melhor após o tratamento, embora a diferença encontrada não tenha sido significativa. O espectrograma de banda estreita é um complemento que permitiria melhorar a interpretação dos índices de perturbação e harmônico-ruído dentro de uma avaliação vocal multidimensional e multiparamétrica.

Palavras-chave: Análise acústica, espectrografia acústica, transtorno vocal, avaliação vocal.

Introducción

La voz es un complejo fenómeno multidimensional. Su evaluación es por lo tanto multiparamétrica y puede tener diferentes objetivos, tales como diagnosticar patología, detectar factores de riesgo o monitorear la evolución de una voz.⁽¹⁾

Recientemente la Sociedad Argentina de la Voz ha publicado las "Guías de práctica clínica para el diagnóstico de la disfonía", en las que se propone una evaluación multiparamétrica de la disfonía incluyendo una anamnesis, una evaluación vocal otorrinolaringológica y una evaluación vocal fonoaudiológica.⁽²⁾ Según se describe en el protocolo de la Sociedad Laringológica Europea la evaluación vocal debe incluir la dimensión perceptual, acústica, aerodinámica, la autovaloración del paciente y evaluación cordal (videoestroboscopia).⁽³⁾ La complementariedad entre las diferentes dimensiones es recomendada, ya que no necesariamente hay concordancia entre ellas. Cantor Cutiva y col. no encuentran concordancia entre la autoevaluación de la alteración vocal, la evaluación perceptual y medidas instrumentales objetivas.⁽⁴⁾ Speyer y col. hallan baja correlación entre la evaluación perceptual, acústica y laríngea.⁽⁵⁾

En relación con el análisis acústico, existen diferentes medidas tales como el jitter, el shimmer y la relación armónico-ruído que se obtienen sobre la emisión de una vocal sostenida.⁽⁶⁾ El jitter mide la variabilidad de la frecuencia fundamental ciclo a ciclo (perturbación de la frecuencia). El shimmer mide la variabilidad de la amplitud ciclo a ciclo (perturbación de la amplitud). La relación armónico-ruído cuantifica el ruido presente en la señal acústica.⁽⁷⁾ Teóricamente, a mayor alteración vocal, mayor jitter y shimmer y menor relación armónico-ruído. Sin embargo, a pesar de su uso extendido, estas medidas tienen importantes limitaciones. Solamente en las señales acústicas tipo 1, que son señales con periodicidad y estructura armónica clara (sin bifurcaciones ni subarmónicos o modulaciones frecuenciales cuya energía se acerque a la de la frecuencia fundamental), los índices de per-

turbación darían resultados confiables.^(8,9) Por otra parte la intensidad y la frecuencia de la emisión, el software utilizado, la frecuencia de muestreo, el nivel de ruido ambiente y el equipamiento utilizado pueden tener efectos sobre los índices de perturbación y la relación armónico-ruido.⁽¹⁰⁻¹³⁾ Más aún, algunos estudios cuestionan el grado de validez y confiabilidad de estas medidas.⁽¹⁴⁻¹⁶⁾ Halawa y col. sostienen que la utilidad de los resultados de los índices de perturbación luego de la rehabilitación vocal es limitada, ya que una buena evolución vocal y laríngea, medida con evaluación perceptual y videoestroboscopia, no necesariamente se relaciona con buenos resultados en el análisis acústico.⁽¹⁷⁾

Finalmente, se ha descrito que no hay una buena correlación entre estos parámetros acústicos y el grado de disfonía.⁽¹⁸⁾

El análisis acústico de la voz provee otras herramientas útiles para la evaluación vocal. Tal es el caso de la espectrografía acústica. Un espectrograma es un gráfico en el que se despliega un espectro de frecuencias a lo largo del tiempo. Es posible reconocer la intensidad de cada componente frecuencial en función de su color. Ha sido denominado en la literatura "visible speech" ⁽¹⁹⁾, ya que permite una representación visual de la voz. La resolución frecuencial del espectrograma está determinada por la duración de la ventana de análisis. Cuanto mayor es la duración de la ventana, mayor será la resolución frecuencial y menor la resolución temporal y viceversa.⁽²⁰⁾

Un espectrograma de banda angosta es aquel en el que hay mejor resolución frecuencial y por lo tanto es posible observar la composición de armónicos de la señal acústica. Es el tipo de espectrograma indicado para evaluar grado de alteración vocal.

El análisis acústico es una herramienta muy utilizada en la clínica vocal. Su importancia radica, entre otras cosas, en que posibilita objetivar la evaluación de la voz. De esta manera constituye un recurso que permite apoyar la evaluación perceptual en datos concretos observables y/o mensurables. Esto favorece el trabajo interdisciplinario entre fonoaudiólogos y otorrinolaringólogos, así como la comunicación entre el profesional y el paciente.

Los objetivos de este trabajo son:

- Analizar si los índices de perturbación y la relación armónico-ruido mejoran en pacientes que tras haber recibido tratamiento médico-quirúrgico y/o fonoaudiológico presentaron una buena evolución vocal.

- Describir si se observan signos compatibles con una buena evolución vocal en el espectrograma de banda angosta en el mismo grupo de pacientes.

Material y método

Diseño

Estudio retrospectivo. Presentación de casos.

Población estudiada

Se incluyeron pacientes en forma sistemática que realizaron tratamiento fonoaudiológico vocal ambulatorio en consultorio particular entre 2015 y 2017.

Criterios de inclusión:

Se incluyeron sujetos que en ese período:

- Realizaron tratamiento por alteración vocal.
- Presentaron evaluación otorrinolaringológica y fonoaudiológica pre y post-tratamiento.
- Tuvieron una buena evolución tanto de la patología laríngea como del grado de alteración vocal.

Criterio de exclusión:

Sujetos con alteración vocal severa en los que no se pudieron seleccionar 3 segundos sin fuertes modulaciones o subarmónicos en la emisión de la vocal sostenida.

Los diagnósticos laríngeos fueron realizados e informados por diferentes profesionales otorrinolaringólogos mediante fibrolaringoscopia o videolaringoscopia.

El diagnóstico laríngeo previo y posterior al tratamiento fue informado en cada individuo por el mismo profesional y mediante la misma metodología.

Las evaluaciones perceptuales antes y después del tratamiento fueron realizadas por la autora de este manuscrito sobre vocal sostenida en combinación con el habla encadenada. Se usó el parámetro Grado (G) de la escala GRBAS, siendo 0=ausencia de alteración vocal, 1=alteración leve, 2=alteración moderada y 3=alteración severa.⁽²¹⁾

La evaluación perceptual previa y posterior al tratamiento fue realizada dentro de un período de una semana de haberse realizado la evaluación médica otorrinolaringológica.

Muestras de voz

Durante la realización de la evaluación perceptual se grabó una muestra de voz de cada paciente para su análisis.

Cada muestra de voz consistió en la emisión de una vocal /a/ sostenida por lo menos durante 4

segundos en una intensidad y altura cómodas. Se seleccionaron 3 segundos de mayor estabilidad y homogeneidad de la señal acústica en los que no se registraran fuertes modulaciones ni subarmónicos para obtener los resultados de la frecuencia fundamental, jitter, shimmer y armónico-ruido. Se omitieron 250 ms. iniciales y 250 ms. finales de la onda.⁽²²⁾

A partir de esa misma muestra, se obtuvo un espectrograma correspondiente a la totalidad de la emisión. Se utilizó una ventana de 0,032 segundos para obtener un ancho de banda de 31 Hz. (banda angosta). El espectrograma se analizó en un espectro de frecuencias de 0 a 5000 Hz.

Las grabaciones fueron realizadas en un ambiente silencioso. Se usó un micrófono modelo AKG Perception 120, un preamplificador/interface de audio M-Audio MobilePre USB. El micrófono fue colocado a 10 cm de la boca del paciente. La frecuencia de muestreo utilizada fue 44.100 Hz y la resolución de 16 bits. El análisis acústico fue realizado con el programa ANAGRAF y la frecuencia de muestreo ajustada a 16.000 Hz.

Análisis estadístico

Las variables fueron descritas como porcentajes para variables cualitativas y como media y desvío estándar (SD) para las variables numéricas continuas. Se utilizaron para la comparación entre los valores pre y post-tratamiento los tests no paramétricos Bland Mann Altman y Mann Withney. Se consideró significativa una $p < 0,05$.

Resultados

Se incluyeron ocho pacientes de entre 10 y 62 años (promedio 32.12). Dos de los ocho pacientes recibieron tratamiento médico quirúrgico (25%) y seis realizaron solamente tratamiento fonoaudiológico (75%), con una duración de entre 4 y 20 semanas (promedio 10.5). Los diagnósticos laríngeos, las evaluaciones perceptuales y el tipo de intervención requerida se detallan en la Tabla 1. Las intervenciones quirúrgicas fueron realizadas con técnica fría.

Las técnicas de rehabilitación vocal incluyeron entre otras el uso de ejercicios con tracto vocal semiocluído, vocalizaciones con escalas musicales y entrenamiento del tipo respiratorio costodiafrágico.

Los resultados obtenidos de la frecuencia fundamental, los índices de perturbación y la relación armónico-ruido se detallan en la Tabla 2.

Tabla 1. Diagnóstico Laríngeo, Evaluación Perceptual y Tipo de Intervención

	DLPRT	GAVPRT	TI	DLPT	GAVPT
Caso 1	Disfonia por tensión muscular. Gap posterior	1	Terapia Vocal	Resolución de la patología	0
Caso 2	Nódulos	2	Terapia Vocal	Reducción del tamaño de los nódulos	1
Caso 3	Nódulos	2	Terapia Vocal	Resolución de la patología	1
Caso 4	Quiste	2	Microcirugía laríngea y terapia vocal	Resolución de la patología	1
Caso 5	Nódulos	2	Terapia vocal	Reducción del tamaño de los nódulos	1
Caso 6	Edema	1	Terapia vocal	Disminución del edema	0
Caso 7	Pólipo	2	Microcirugía laríngea y terapia vocal	Resolución de la patología	1
Caso 8	Quiste y lesión contralateral	2	Terapia vocal	Resolución de la lesión contralateral al quiste	1

DLPRT: Diagnóstico laríngeo previo al tratamiento, GAVPRT: Grado de alteración vocal previo al tratamiento, TI: Tipo de Intervención, DLPT: Diagnóstico laríngeo post tratamiento, GAVPT: Grado de alteración vocal post tratamiento.

Tabla 2. Frecuencia fundamental, Índices de perturbación y Relación armónico-ruido previos y posteriores al tratamiento

	F0PRT (Hz.)	F0PT (Hz.)	JPRT (%)	JPT (%)	ShPRT (%)	ShPT (%)	H/N PRT (dB)	H/N PT (dB)
Caso 1	202	232	1	2.2	0.44	0.27	5.29	7.25
Caso 2	124	123	0.72	0.48	0.49	0.36	4.95	5.55
Caso 3	167	180	0.92	0.58	0.43	0.31	6.36	6.87
Caso 4	199	231	2.41	1.48	0.59	0.45	2.31	3.83
Caso 5	141	168	4.29	2.8	0.74	0.48	1.1	5.65
Caso 6	194	218	0.68	0.76	0.34	0.21	5.77	7.29
Caso 7	124	124	4.84	0.72	0.36	0.39	5.55	5.9
Caso 8	256	259	1.47	1.55	0.77	0.6	3.44	3.64

F0PRT: Frecuencia fundamental previa al tratamiento, F0PT: Frecuencia fundamental post tratamiento, JPRT: Jitter previo al tratamiento, JPT: Jitter post tratamiento, ShPRT: Shimmer previo al tratamiento, ShPT: post tratamiento, H/N PRT: Armónico-ruido previo al tratamiento, H/N PT: Armónico-ruido post tratamiento.

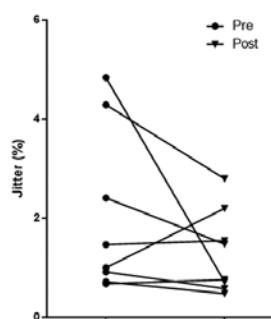


Figura 1A. Variación individual del jitter pre y post tratamiento.

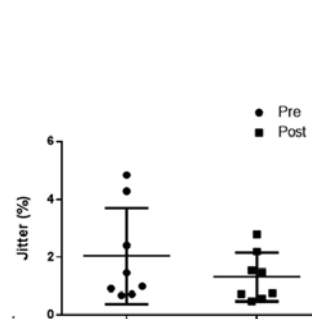


Figura 1B. Promedio y dispersión de los valores del jitter pre y post tratamiento.

Tal como se observa en la Figura 1A, tres de los ocho pacientes no presentaron disminución en el valor del jitter luego del tratamiento.

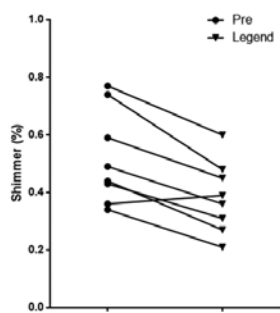


Figura 2A. Variación individual del shimmer pre y post tratamiento.

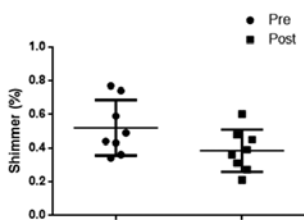


Figura 2B. Promedio y dispersión de los valores del shimmer pre y post tratamiento.

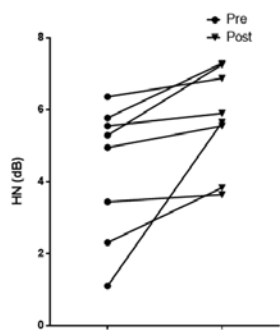


Figura 3A. Variación individual de la relación armónico-ruido pre y post.

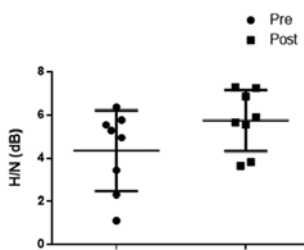


Figura 3B. Promedio y dispersión de los valores de la relación armónico-ruido pre y post tratamiento.

El promedio del valor del jitter disminuyó luego del tratamiento. Sin embargo esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($2.04\% \pm 1.66\%$ vs. $1.32\% \pm 0.84\%$; $p: 0.46$, pre y post-tratamiento respectivamente). En la figura 1B se observa la dispersión de los valores del jitter pre y post-tratamiento.

En la figura 2A se observa que uno de los ocho pacientes no presentó disminución del valor del shimmer.

El promedio del valor del shimmer disminuyó luego del tratamiento. Sin embargo esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($0.52\% \pm 0.16\%$ vs. $0.38\% \pm 0.12\%$; $p: 0.14$, pre y post-tratamiento respectivamente). En la Figura 2B se observa la dispersión de los valores del shimmer pre y post-tratamiento.

En la Figura 3A se observa que todos los pacientes mostraron mejores resultados en el valor de la relación armónico-ruido.

El promedio del valor del armónico-ruido aumentó luego del tratamiento, si bien esta diferencia tampoco resultó estadísticamente significativa ($4.35\text{dB} \pm 1.86\text{dB}$ vs. $5.75\text{dB} \pm 1.45\text{dB}$; $p: 0.09$, pre y post-tratamiento respectivamente). En la Figura 3B se observa la dispersión de los valores de la relación armónico-ruido pre y post-tratamiento.

Para resumir, cuatro de los ocho pacientes no mostraron una evolución favorable en los tres parámetros estudiados simultáneamente. Los promedios de todas las variables estudiadas mejoraron luego del tratamiento, aunque la diferencia encontrada no resultó estadísticamente significativa en ningún caso.

Finalmente, en todos los espectrogramas de banda angosta en el rango frecuencial de 0 a 5.000 Hz. se observaron signos compatibles con una buena evolución vocal. Se encontró una mejor definición de la estructura armónica y/o disminución del compo-

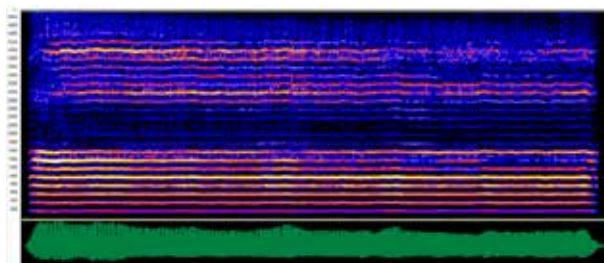


Figura 4A. Caso 1 pre tratamiento. Se observa ruido interarmónico (sombreado azul) entre el componente armónico (líneas paralelas) y ruido reemplazando el componente armónico en frecuencias agudas (zona más alta del gráfico donde no se ven líneas paralelas sino solamente el sombreado azul).

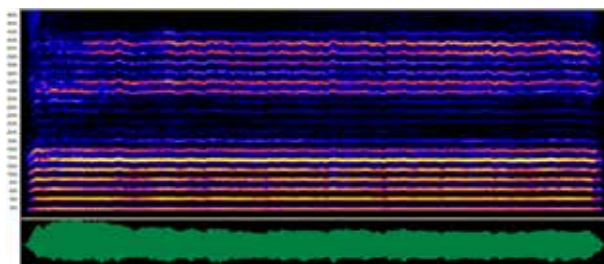


Figura 4B. Caso 1 post tratamiento. Se observa disminución del componente de ruido interarmónico. En la región más aguda (zona más alta del gráfico) ya no se ve el componente de ruido reemplazando el componente armónico.

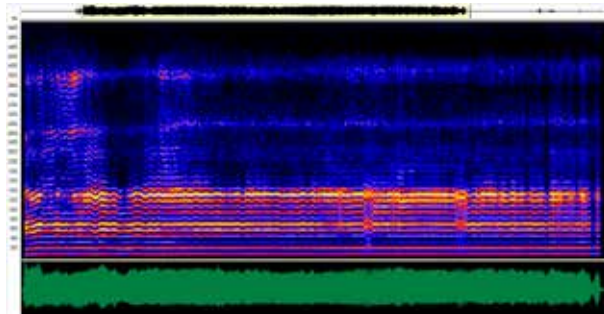


Figura 5A. Caso 7 pre tratamiento. Se observa que a partir de la frecuencia 1.500 Hz. aproximadamente el componente armónico empieza a perder definición (se desdibujan las líneas paralelas). A partir de esta frecuencia predomina el componente de ruido (sombreado azul). Se observan asimismo subarmónicos (pequeñas líneas entre las líneas paralelas) correspondientes a diplofonía vocal, que no fueron incluidos en los 3 segundos de análisis.

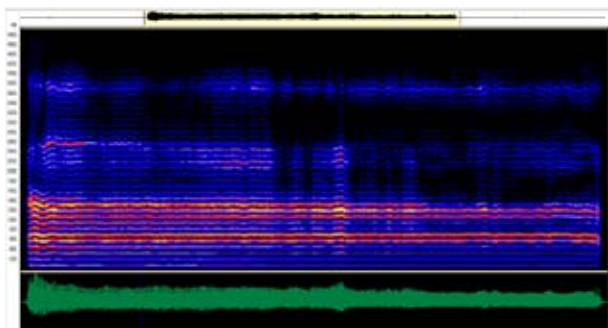


Figura 5B. Caso 7 post tratamiento. Se observa mejor definición de la estructura armónica (se ven más las líneas paralelas) y disminución del componente de ruido. No se observan subarmónicos.

nente de ruido. Se muestran a modo de ejemplo los espectrogramas correspondientes a los casos 1 y 7 en los que el jitter y el shimmer respectivamente empeoraron luego del tratamiento. En ambos se puede observar la mejor definición de la estructura armónica y/o la disminución del componente de ruido luego del tratamiento (Figuras 4A y B y 5A y B).

Discusión

La evaluación de la voz es multiparamétrica e incluye los parámetros perceptual, acústico, aerodinámico, laríngeo y la autoevaluación del paciente. Dentro del análisis acústico, la confiabilidad de los índices de perturbación y de la relación armónico-ruido ha sido cuestionada.⁽¹⁰⁻¹⁸⁾

En este trabajo se analizaron los índices de perturbación y la relación armónico-ruido en un grupo de ocho pacientes que presentaron una buena evolución vocal post-tratamiento constatada en la evaluación perceptual y laríngea. El promedio de los valores de los índices de perturbación y armónico-ruido obtenidos post-tratamiento fue mejor que el de los obtenidos pretratamiento. Sin embargo, la diferencia no fue significativa en ninguno de los tres parámetros estudiados. Similares resultados obtuvieron Halawa y col., quienes no encontraron resultados significativamente mejores en pacientes que presentaron una buena evolución clínica con respecto a otro grupo de pacientes que no presentó una buena evolución clínica en el tratamiento de nódulos cordales.⁽¹⁷⁾ Es destacable que de los ocho pacientes presentados en este estudio, todos ellos con buena evolución vocal y laríngea luego del tratamiento, solamente cuatro demostraron evolución favorable en todos los parámetros acústicos. Asimismo, la dispersión en los resultados de los tres parámetros es amplia. Esto está en concordancia con los resultados que encontraron Werth y col.,

quienes hallaron diferencias significativas entre los valores de los índices de perturbación en pacientes con voces patológicas y normales pero una gran dispersión en los resultados. Esto implicó una superposición importante entre los valores correspondientes a voces patológicas y voces normales, por lo que sostienen que los valores de los parámetros acústicos obtenidos en la evaluación individual de un paciente deberían ser interpretados con precaución.⁽²³⁾

Por otra parte, en los ocho casos estudiados, los espectrogramas reflejaron la buena evolución vocal a través de una mejor definición de la estructura armónica y/o disminución del componente de ruido.

El espectrograma de banda angosta es utilizado en la evaluación y el seguimiento de pacientes con patología vocal. Guzmán y col. utilizan el espectrograma de banda angosta para medir calidad vocal durante la tiroplastia tipo 1 con Gore-Tex.⁽²⁴⁾ Pontes y col. describen las características de voces normales, roncas y ásperas mediante el uso del espectrograma de banda angosta.⁽²⁵⁾ Colman Machado de Machado y col. utilizan esta herramienta para evaluar características vocales en mujeres adultas mayores que realizan actividad aeróbica.⁽²⁶⁾ Núñez Batalla y col. demuestran que la utilización del espectrograma de banda estrecha ayuda a la realización de la evaluación perceptual de la disfonía.⁽²⁷⁾ En relación con la utilización del espectrograma de banda angosta para evaluar el resultado del proceso terapéutico, Guimaraes Cortes y Cortes Gana encontraron diferencias significativas en algunos de los parámetros estudiados.⁽²⁸⁾

Una característica específica del espectrograma es que permite "visibilizar" la voz. A través de la "visibilización" de la voz, se pueden observar características que se relacionan con la alteración vocal, tales como falta de armónicos, presencia de ruido o presencia de subarmónicos. Además, a diferencia de los índices de perturbación y la relación armónico-ruido, que son obtenidos sobre la base de una selección de la onda de sonido, el espectrograma se genera sobre la base de la totalidad de la onda. Esto permite tener información adicional sobre el inicio y el final de la fonación. El espectrograma representa entonces una herramienta complementaria que permitiría mejorar la interpretación de los resultados de los índices de perturbación y armónico-ruido.

Este trabajo constituye una presentación preliminar de un estudio que se encuentra en curso. Los resultados encontrados deberán ser corroborados con un mayor número de casos.

Conclusión

El promedio de los índices de perturbación y armónico-ruido fue mejor luego del tratamiento, aunque la diferencia encontrada no fue significativa. Solamente cuatro de los ocho pacientes con buena evolución vocal y laríngea mostraron evolución favorable en los tres parámetros estudiados simultáneamente. El espectrograma de banda angosta es un complemento que permitiría mejorar la interpretación de los índices de perturbación y armónico-ruido dentro de una evaluación vocal multidimensional y multiparamétrica.

Agradecimientos

A la Dra. Glenda Ernst por el asesoramiento metodológico.

Los autores no manifiestan conflictos de interés.

Bibliografía

- Roy N, Barkmeier-Kraemer J, Eadie T, Sivasankar MP, Mehta D, Paul D, Hillman R. Evidence-based clinical voice assessment: a systematic review. *Am J Speech Lang Pathol*. 2013 May; 22(2):212-26.
- Gutkin D, Zernotti M, Vaccari ME, Rodríguez I, Dalmaso M, Viti M et al. Guías de práctica clínica para el diagnóstico de la disfonía. *Revista de la Federación Argentina de Sociedades de Otorrinolaringología*. 2016. Año 23-Nº 3. 83-88.
- Dejonckere PH, Bradley P, Clemente P, Cornut G, Crevier-Buchman L, Friedrich G, Van De Heyning P, Remacle M, Woisard V; Committee on Phoniatics of the European Laryngological Society (ELS). A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. Guideline elaborated by the Committee on Phoniatics of the European Laryngological Society (ELS). *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2001 Feb; 258(2):77-82.
- Cantor Cutiva LC, Fajardo A, Burdorf A. Associations between self-perceived voice disorders in teachers, perceptual assessment by speech-language pathologists, and instrumental analysis. *Int J Speech Lang Pathol*. 2016 Dec; 18(6):550-559.
- Speyer R, Wieneke GH, Dejonckere PH. Documentation of progress in voice therapy: perceptual, acoustic, and laryngostroboscopic findings pretherapy and posttherapy. *J Voice*. 2004 Sep; 18(3):325-40.
- Barsties B, De Bodt M. Assessment of voice quality: Current state-of-the-art. *Auris Nasus Larynx*. 2015 Jun; 42(3):183-8
- Cecconello, L. Aplicación del análisis acústico en la clínica vocal. *Trabajando con Anagraf*. 1ª Ed. Buenos Aires: Akadia; 2012.
- Titze. *Workshop on Acoustic Voice Analysis: Summary Statement*. Iowa City, IA: National Center for Voice and Speech; 1995.
- Titze, I y Verdolini Abbott, K. *Vocology. The Science and Practice of Voice Habilitation*. Salt Lake City, Utah: National Center for Voice and Speech. 2012.
- Augero P, Tulli J, Moscardi G, González L, Uriz A, Bourgigne S. Estimation of RASATI scores using objective acoustical parameters and CART. XIV Reunión de Trabajo Procesamiento de la Información y Control - RPIC 2011, pp. 114-119, 2011.
- Brockmann M, Drinnan MJ, Storck C, Carding PN. Reliable jitter and shimmer measurements in voice clinics: the relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinical task. *J Voice*. 2011 Jan; 25(1):44-53.
- Brockmann-Bauser M, Drinnan MJ. Routine acoustic voice analysis: time to think again? *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011 Jun; 19(3):165-70.
- Brockmann-Bauser M, Bohlender JE, Mehta DD. Acoustic Perturbation Measures Improve with Increasing Vocal Intensity in Individuals With and Without Voice Disorders. *J Voice*. 2017 May 18. (17)30073-5.
- Leong K, Hawkshaw MJ, Dentchev D, Gupta R, Lurie D, Sataloff RT. Reliability of objective voice measures of normal speaking voices. *J Voice*. 2013 Mar; 27(2):170-6.
- Carding PN, Steen IN, Webb A, MacKenzie K, Deary IJ, Wilson JA. The reliability and sensitivity to change of acoustic measures of voice quality. *Clin Otolaryngol Allied Sci*. 2004 Oct; 29(5):538-44.
- Carding PN, Wilson JA, MacKenzie K, Deary IJ. Measuring voice outcomes: state of the science review. *J Laryngol Otol*. 2009 Aug; 123(8):823-9.
- Halawa WE, Rodríguez Fernández Freire A, Muñoz IV, Pérez SS. Assessment of effectiveness of acoustic analysis of voice for monitoring the evolution of vocal nodules after vocal treatment. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2014 Apr; 271(4):749-56.
- Maryn Y, Roy N, De Bodt M, Van Cauwenberge P, Corthals P. Acoustic measurement of overall voice quality: a meta-analysis. *J Acoust Soc Am*. 2009 Nov; 126(5):2619-34.
- Martens JW, Versnel H, Dejonckere PH. The effect of visible speech in the perceptual rating of pathological voices. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007 Feb; 133(2):178-85.
- Kent R y Read Ch. *Acoustic Analysis of Speech*. 2ª ed. Clifton Park, NY: Delmar, Cengage Learning; 2002.
- Hirano M. *Clinical Examination of Voice*. Viena: Springer-Verlag; 1981.
- Shu M, Jiang JJ, Willey M. The Effect of Moving Window on Acoustic Analysis. *J Voice*. 2016 Jan; 30(1):5-10.
- Werth K, Voigt D, Döllinger M, Eysholdt U, Lohscheller J. Clinical value of acoustic voice measures: a retrospective study. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2010 Aug; 267(8):1261-71.
- Guzmán M, Colemanc C, Rubin A, Belangerf J, Jackson-Menaldi C. Uso del laboratorio móvil de voz en la sala de operaciones durante tiroidectomía tipo I con Gore-Tex® *Acta Otorrinolaringol Esp* 2012;63:364-9.
- Pontes http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72922002000200005 - back1 P, Vieira V,

- Gonçalves http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72992002000200005 - back1 M, Pontes http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72992002000200005 - back1 A. Características das vozes roucas, ásperas e normais: análise acústica espectral comparativa. *Rev. Bras. Otorrinolaringol* 2002.; vol.68 no.2 Mar./Abr.
26. Colman Machado de Machado F, Lessa MM, Cielo CA, Barbosa LH. Spectrographic Acoustic Vocal Characteristics of Elderly Women Engaged in Aerobics. *J Voice*. 2016 Sep; 30(5):579-86.
27. Núñez-Batalla <http://www.elsevier.es/es-revista-acta-otorrinolaringologica-espanola-102-articulo-el-espectrograma-banda-estrecha-como-S0001651911002111-aff0005> F, Díaz-Molina <http://www.elsevier.es/es-revista-acta-otorrinolaringologica-espanola-102-articulo-el-espectrograma-banda-estrecha-como-S0001651911002111-aff0005> F, García-López <http://www.elsevier.es/es-revista-acta-otorrinolaringologica-espanola-102-articulo-el-espectrograma-banda-estrecha-como-S0001651911002111-aff0005> JP, Moreno-Méndez C A, Costales-Marcosa M, Moreno-Galindo C, Martínez-Camblor P. El espectrograma de banda estrecha como ayuda para el aprendizaje del método GRABS de análisis perceptual de la disfonía. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2012;63:173-9.
28. Côrtes, Guimarães M; Gama, Ana Cristina Côrtes. Análise visual de parâmetros espectrográficos pré e pós-fonoterapia para disfonias. *Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol*; 15(2):243-249, 2010.
-