ARTÍCULO DE REVISIÓN

EVALUACIÓN INSTRUMENTAL DE LA FUNCIÓN VOCAL: ACTUALIZACIÓN BIBLIOGRÁFICA

INSTRUMENTAL ASSESSMENT OF VOCAL FUNCTION: BIBLIOGRAPHIC UPDATE




Autoras: *Lic. En Fonoaudiología Juana Román y Zubeldia (1), Dra. en Fonoaudiología Patricia Guadalupe Farías (2)*

1) Lic. en Fonoaudiología, Doctorando en Fonoaudiología Universidad del Museo Social Argentino (UMSA). Laboratorio de investigaciones fonoaudiológicas del Doctorado UMSA

2) Dra. en Fonoaudiología. Laboratorio de investigaciones fonoaudiológicas del Doctorado UMSA. Coordinadora de Foniatría en Servicio de ORL del Hospital Británico.

Contacto de correspondencia: *juanaromanzubeldia@gmail.com*

Recibido: diciembre 2020
Aceptado: enero 2021

El presente trabajo no contó con financiación alguna

RESUMEN

La evaluación instrumental es imprescindible para la valoración de la función vocal. En el presente trabajo se propone una actualización bibliográfica sobre la endoscopía laríngea, el análisis acústico de la voz, las medidas aerodinámicas, la electroglotografía y la electromiografía laríngea.

PALABRAS CLAVE: *Evaluación vocal - Evaluación instrumental de la voz – Voz - Disfonía*

INSTRUMENTAL ASSESSMENT OF VOCAL FUNCTION: BIBLIOGRAPHIC UPDATE

ABSTRACT

Instrumental measures are essential for vocal function assessment.

In the present article we propose a bibliographic update on laryngeal endoscopy, acoustic analysis of the voice, aerodynamic measurements, electroglottography andlaryngeal electromyography.

KEYWORDS: *Vocal assesment - Instrumental Voice assesment – Voice - Dysphonia*

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la función vocal, resulta un proceso tan complejo como lo es la función en sí misma. El proceso diagnóstico debe ser realizado tanto por un médico otorrinolaringólogo como por un fonoaudiólogo especialistas en voz, idealmente de forma conjunta ya que el propósito de la evaluación realizada por cada de ellos tiene objetivos diferentes pero necesariamente complementarios (1,2).

Tradicionalmente, los métodos de evaluación de la voz han sido clasificados como "subjetivos" u "objetivos", siendo el desarrollo de métodos objetivos motivado por el deseo y la necesidad de contar con medidas que proporcionen información más confiable sobre la función vocal respecto a las que se basan en gran medida en juicios perceptuales (1). La importancia de la utilización de medidas instrumentales tanto a nivel diagnóstico como terapéutico es destacada por numerosos autores, desde hace muchos años (3).

El protocolo de evaluación funcional de la patología vocal propuesto por la Sociedad Europea de laringología (ELS) propone un conjunto de medidas básicas y mínimas, tanto instrumentales como no instrumentales, recomendadas para valorar a individuos con disfonía desde un entendimiento multidimensional de la voz (4).

En el año 2013, profesionales del Centro Nacional de Práctica Basada en Evidencia en Trastornos de la Comunicación de la Asociación Americana del Habla, Lenguaje y Audición (ASHA) realizaron una extensa revisión sistemática de la literatura, con el objetivo de explorar la evidencia científica disponible para apoyar el uso de determinadas medidas en la evaluación clínica de pacientes con alteraciones vocales (1). A partir de la revisión realizada, no se halló suficiente evidencia sobre la cual recomendar un conjunto completo de métodos para una evaluación clínica estándar de la voz. Años más tarde, una serie de protocolos para la evaluación instrumental de la función vocal a través de las imágenes endoscópicas laríngeas, análisis acústico y medidas aerodinámicas de la fonación fue publicado, por un panel de expertos de ASHA (5). A pesar de lo valioso de esta publicación y sus propuestas, sigue sin desarrollarse una guía clínica de diagnóstico basada en evidencia, con recomendaciones estandarizadas para la valoración de la disfonía.

En lo que respecta a nuestro medio, la Sociedad Argentina de la Voz (SAV) publicó en el año 2016 una "Guía de práctica clínica para el diagnóstico de la disfonía" dirigida tanto a médicos otorrinolaringólogos como a profesionales fonoaudiólogos, con el objetivo de ofrecer a los clínicos herramientas en el manejo de pacientes adultos con disfonía y así optimizar el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades de la voz (6).

Recientemente fue publicada una investigación realizada en Irlanda, en la cual se indagó sobre la evaluación de la voz llevada a cabo por profesionales fonoaudiólogos (7). Los resultados de la misma no sólo demostraron que los profesionales tienen una clara preferencia por las medidas subjetivas -no instrumentales- sino también que las mayores barreras y limitaciones en la aplicación de medidas instrumentales fueron la falta de acceso al equipamiento, un conocimiento limitado de su utilización e interpretación de sus resultados y la falta de capacitación o desarrollo profesional continuo.

La presente actualización bibliográfica fue desarrollada en el marco del Doctorado en Fonoaudiología de la Universidad del Museo Social Argentino, dentro del Seminario "Métodos objetivos en vocología aplicada" con el propósito de hacer un profundo análisis de la propia disciplina y realizar un estado del arte referente a las herramientas existentes para realizar la evaluación instrumental de la función vocal: la endoscopía laríngea, el análisis acústico de la voz, las medidas aerodinámicas de la función fonatoria, la electroglotografía y la electromiografía laríngea.

Endoscopía Laríngea

La posibilidad de visualizar las características vibratorias de los pliegues vocales durante la fonación es imprescindible para la realización de una valoración completa de la salud de los tejidos y su flexibilidad (8).

La videoestroboscopía fue introducida en los Estados Unidos en la década el ´80 y fue rápidamente aceptada para el uso clínico rutinario en la evaluación de individuos con alteraciones vocales comenzando a evaluarse con la misma velocidad la efectividad de su aplicación (9,10)

Es bien conocido que, si bien la videoestroboscopía laríngea es superior en términos de valoración del patrón vibratorio de pliegues vocales respecto a la fibrolaringoscopía, la misma no está exenta de limitaciones. En tal sentido, en el año 2017 se realizó un estudio prospectivo para comparar el diagnóstico pre-quirúrgico realizado a través de la videoestroboscopía con los hallazgos encontrados en la microcirugía laríngea (9). La muestra estuvo conformada por 50 sujetos. Pudo evidenciarse que sólo en el 36% de la muestra, la videoestroboscopía arrojó un diagnóstico que luego fue confirmado en la instancia quirúrgica. Basados en las discrepancias entre el diagnóstico pre-quirúrgico realizado mediante videoestroboscopía y la visualización en la microcirugía laríngea encontradas, los autores sugieren la obtención de un consentimiento pre-quirúrgico flexible y un *counseling* preoperatorio adecuado donde se enfatice la posibilidad de procedimientos quirúrgicos alternativos. También recomiendan la utilización del chip distal como herramienta que podría reducir el margen de error diagnóstico.

A pesar de sus conocidas limitaciones, la videoestroboscopía laríngea continúa siendo el principal método de visualización laríngea para el diagnóstico de los trastornos de la voz. Esto se debe a su característico equilibrio entre asequibilidad y eficiencia, a diferencia de aquellas herramientas que han sido desarrolladas con el objetivo de sortear sus limitaciones como lo son la videoquimografía y la videoendoscopía de alta velocidad (2,8,10). Las técnicas de imágenes de alta velocidad no

han sido incorporadas en la práctica clínica diaria a causa de su alto costo, dificultades de diseño para uso clínico, así como también la dificultad en la gestión y almacenamiento de la gran cantidad de datos de imágenes que se generan con su uso. Otro aspecto importante en este sentido es que la evidencia científica y clínica sobre la eficacia de las mismas aún no son lo suficientemente robustas como para desarrollar un protocolo adecuadamente integrado.

A diferencia de la videoestroboscopía laríngea, las imágenes de alta velocidad permitirían la valoración vibratoria de los pliegues vocales aún en casos que se presenten con aperiodicidad (11). Por tal motivo es que, a pesar de las limitaciones previamente mencionadas, las imágenes de alta velocidad han sido objeto de investigación en numerosas publicaciones de los últimos años mayormente con el objetivo de demostrar su efectividad a nivel clínico. Zacharias et al. (14) describió que la mayor diferencia entre ambos instrumentos se encuentra en la posibilidad de analizar la onda mucosa y la amplitud de vibración con mayor precisión mediante la endoscopía de alta velocidad y que al realizar la misma, el diagnóstico inicial realizado mediante estroboscopía se modificó en el 7% de la muestra. En la misma línea, Powell et al. (8) describió que la endoscopía de alta velocidad fue tan confiable como la videoestroboscopía para calificar la amplitud de vibración y las características del borde libre, pero que resultó significativamente más confiable para las calificaciones de onda mucosa y asimetría de fase izquierda-derecha.

Del mismo modo, la utilización de las imágenes de alta velocidad ha tenido lugar en una gran cantidad de estudios con el objetivo de demostrar la efectividad de determinado programa o recurso terapéutico, así como también de tratamientos quirúrgicos. Tal es el caso de una investigación realizada con el objetivo de demostrar cuanta carga impone a los tejidos vocal la terapia de resistencia al agua en términos de estrés de impacto (13,14) y para valorar la eficacia, junto con videoestroboscopía y otras medidas de resultado, de la terapia vocal en pacientes irradiados por cáncer de laringe (15). También han sido utilizadas para valorar cambios pre y post-quirúrgicos de pacientes con disfonía espasmódica aductora abordados mediante mioneurectomía tiroaritenoidea (TA) guiada por láser de CO2 transoral (16).

Otros estudios, investigaron en los últimos años la utilidad de las imágenes de alta velocidad en el diagnóstico y la valoración vibratoria de los pliegues vocales de poblaciones específicas tales como adultos mayores con y sin disfonía relacionada con la edad (17); sujetos con diplofonía (18), sujetos con cicatrices cordales (19), pacientes con disfonía espasmódica, por tensión muscular (20) y docentes con insuficiencia glótica (21).

Recientemente fue publicada una investigación cuyo objetivo fue determinar la consistencia y precisión del diagnóstico preoperatorio en la clínica de la voz mediante videoestroboscopía con diagnóstico intra-operatorio para sugerir un protocolo de examen laríngeo estandarizado en el Reino Unido que esté respaldado por hallazgos basados en evidencia (10). Los resultados evidenciaron que la videoestroboscopía realizada en su clínica permitió una evaluación dinámica laríngea asociada a una precisión diagnóstica en más del 50% de los pacientes con patología laríngea. En función de esto, los autores concluyeron que dicho estudio continúa siendo una herramienta confiable para la evaluación siempre y cuando el mismo se combine con la experiencia y habilidad del especialista otorrinolaringólogo y del fonoaudiólogo, resultando ambos profesionales pilares claves para la correcta interpretación de la imagen.

Análisis Acústico

El análisis acústico es una herramienta no invasiva y fácil de realizar, que puede incluso llevarse a cabo mediante softwares de acceso libre y gratuito. Se caracteriza por ser sensible a la severidad de la alteración vocal, por estar relacionada con los parámetros vocales de sonoridad tono y calidad, y por poder brindar inferencias respecto a la fisiopatología subyacente a la alteración vocal (5)

Sus medidas más populares son los índices de perturbación jitter y shimmer, correspondiendo los mismos al índice de perturbación de la frecuencia y la amplitud, respectivamente. Los mismos han sido cuestionados en cuanto su validez a lo largo de muchos años (1) y dado que actualmente es bien sabido que no arrojan resultados confiables en todos los tipos de señales, tal como las clasificara el National Center for Voice and Speech (NCVS), es que se han ido desarrollando otras medidas que permiten valorar las señales acústicas tipo 2 y 3 con mayor confiabilidad (22).

Así mismo, para sortear la limitación que trae aparejado el hecho de que la medición de F0, jitter, shimmer y la relación armónico-ruido o ruido-armónico se realice típicamente a partir de una vocal sostenida (23) es que se han ido desarrollando medidas que consideran también el habla conectada, tal como lo son el cepstrum. el análisis del espectro y otras medidas acústicas multiparamétricas.

Patel et al., recomienda en el protocolo las medidas a estimar en el análisis acústico, incluyendo las tareas fonatorias sobre las cuales calcularlas (5).

El aspecto técnico instrumental es un factor muy importante a la hora de realizar análisis acústico y es por ello que Patel et al. (5) propone una detallada descripción de las condiciones necesarias en tan sentido. El poder estimar mediciones acústicas confiables, depende en gran medida de la calidad de la señal vocal obtenida. Se ha descripto que tanto las características acústicas de la sala como el ruido de fondo son variables fundamentales de ser controladas ya que generarían una influencia sobre los parámetros de voz que sería incluso más fuerte que el tipo de micrófono utilizado (24).

El Pico de Prominencia Cepstral o CPP ha sido una medida acústica que ha recibido especial interés en los últimos años y representa un factor de gran peso en las medidas multiparamétricas que se mencionarán a continuación. El análisis cepstral permite medir la amplitud relativa del pico del cepstrum, el cual es computado a partir de la aplicación de una transformada de Fourier al power spectrum de la señal vocal y representa el *rarmónico* dominante de la señal acústica. Clásicamente se describe que el cepstrum se obtiene a partir de la aplicación de dos transformadas de Fourier sobre una misma señal acústica, que convierte el dominio de la frecuencia al dominio quefrency. A partir de este análisis es posible determinar la F0 de la señal, aún en voces caóticas. Se recomienda su extracción tanto en vocales (CPP_{vowel}) como en habla conectada (CPP_{speech}) (5,25). La amplitud del pico de cepstrum da cuentas del grado de periodicidad de la señal de más baja frecuencia en relación con otros componentes periódicos o ruidosos presentes.

Una de las medidas cepstrales más utilizadas en la evaluación acústica de la voz es el CPP suavizado (smoothed cepstral peak prominence [CPP_s]) dado que ha demostrado su utilidad en la evaluación global de la severidad de la disfonía. El CPP_s consiste en la diferencia existente entre el pico cepstral más prominente (primer rarmónico) y el punto con la misma quefrency sobre la línea de regresión a través del cepstrum suavizado, expresándose en dB (25). Su aplicación para la diferenciación de sujetos con voz normal de sujetos disfónicos ha sido evaluada por muchas investigaciones, las cuales han demostrado la

confiabilidad del cálculo de CPP y CPP_S (25–28). Ambas medidas son consideradas adecuadas para valorar la calidad vocal dado que su obtención está basada en la periodicidad armónica espectral. En tal sentido, voces con mayor periodicidad presentan una configuración armónica bien definida y, en consecuencia, un pico cepstral más prominente. De forma inversa, voces de menor calidad muestran una disminución del pico (29).

Recientemente una investigación evaluó la utilidad de estimar el CPP_S en vocales sostenidas de sujetos con trastornos de la motilidad cordal, evidenciándose que los sujetos presentaron valores anormales de CPP_S que resultaron más bajos (o más alterados), a mayor severidad del trastorno (30). También ha sido investigada la capacidad del CPP en un método de dos etapas de identificación, para discriminar eficazmente la voz áspera, de la voz soplada y voz normal a partir de la producción de vocales sostenidas (31). Por otro lado, ha sido descripto que la intensidad vocal afecta significativamente los resultados del CPP_S tanto en mujeres con disfonía hiperfuncional como en mujeres con voz normal, evidenciándose que el CPP_S aumenta a medida que aumenta la intensidad (32).

Otra medida acústica que cabe resaltar por ser otro indicador de la calidad vocal y por permitir su estimación a partir de habla conectada es el Long Term Average Spectrum (LTAS). El mismo, tal como su nombre lo indica es un promedio de varios espectros obtenidos de una transformada de Fourier aplicados a una muestra de habla conectada. A partir del LTAS se pueden calcular medidas de pendiente espectral tales como Alpha Ratio , L1-L0, 1-5 – 5-8 KHz Ratio, y Singing Power Ratio (SPR) (33–35).

La primera medida multiparamétrica que incorporó habla conectada, además de la vocal sostenida, fue el Acoustic Voice Quality Index (AVQI). El mismo demostró tener validez concurrente respetable, validez cruzada concurrente, precisión diagnóstica y capacidad de respuesta al cambio, los cuales la posicionaron como una excelente medida para evaluar de forma objetiva los resultados del tratamiento. Sumado a ello, presenta el atributo de "validez ecológica" por permitir realizar una evaluación con una tarea fonatoria más cercana al uso cotidiano de voz del sujeto (22,36,37). El AVQI se basa en una fórmula que contempla medidas acústicas basadas en el tiempo (shimmer local, shimmer local, shimmer local dB and harmonics-to-noise ratio), en la frecuencia (pendiente general del espectro e inclinación de la línea de regresión a través del espectro) y medidas de dominio de quefrency (prominencia de pico cepstral suavizado o CPPs). El AVQI se ha ido actualizando, desarrollandóse una segunda y tercera versión a lo largo de los años (37–39). La validez de la tercera versión ha sido evaluada en los últimos años en diversos idiomas (40–46). Su aplicación en el idioma español ha sido investigada y se demostró la existencia de una buena correlación entre la calidad vocal percibida auditivamente y el AVQI en sujetos de habla española, lo cual motivó que sea propuesta su inclusión para medir clínicamente la severidad global de la disfonía (47).

Englert et al. (48) evaluó la precisión del AVQI y de sus medidas acústicas aisladas en la discriminación de voces con diferentes grados de disfonía observando que, mientras que AVQI demostró una precisión aceptable para diferenciar voces normales de patológicas y diferenciar entre grados de desviación vocal, ninguna medida acústica aislada fue coherente con la diferenciación de la calidad de la voz entre todos los grados de desviación. También fue evidenciado que AVQI fue aún más precisa en grados de disfonía moderadas y severas.

Otra medida multiparamétrica muy utilizada tanto a nivel clínico como de investigación es la denominada Dysphonia Severity Index (49).

La misma se basa en la combinación de un conjunto de medidas acústicas: frecuencia más alta (F0-High en Hz), menor intensidad (I-Low en dB), tiempo máximo fonatorio (TMF, en segundos) y jitter (%). La intención de los autores fue consolidar una medida multidimensional que refleje de forma objetiva la calidad vocal general del sujeto, basado en una integración del perfil del rango vocal y de las medidas acústicas y aerodinámicas.

Se realizó un estudio para comparar DSI y AVQI en su precisión para discriminar sujetos con voz normal y sujetos disfónicos. A pesar de haberse demostrado que ambos arrojaron resultados comparables demostrando una alta precisión discriminante, se halló mayor validez para AVQI (50).

McAlister & Yanushevskaya (7) llevaron adelante una investigación para evaluar las prácticas de evaluación de la voz de los fonoaudiólogos en Irlanda, con un interés particular en el uso de instrumentación objetiva. A partir del mismo, se halló que el 45.4% de los profesionales participantes del estudio utilizan alguna forma de análisis acústico como parte de su evaluación de la voz, basado fundamentalmente en medidas de F0 e intensidad, seguido de medidas de perturbación. Ninguno de los participantes manifestó utilizar la medida Cepstral Peak Prominence (CPP). En el estudio, no se indagó sobre la utilización de medias multivariantes.

Por último, debe mencionarse otra potencialidad del análisis acústico de la que pueden hacer uso los fonoaudiólogos. La misma se corresponde con el análisis de los histogramas y de los contornos, así como también del fonetograma. En relación al fonetograma o vocal range profile (VRP), recientemente se publicó una revisión sistemática que evaluó el grado variabilidad de puntos específicos de recopilación de datos que afectan la determinación del rango de frecuencia y de intensidad con el objetivo de determinar los próximos pasos en la estandarización de un protocolo para el VRP (51). Los autores encontraron una altísima variabilidad en la forma en que los datos son obtenidos, así como también en la forma en que las tareas son solicitadas y en los instrumentos y equipamientos utilizados. Los autores proponen en función de los hallazgos recomendaciones de procedimiento para la estandarización del VRP.

Medidas aerodinámicas de la función vocal

El análisis aerodinámico de la producción de voz incluye la medición del flujo y la presión aérea y su relación durante la fonación. Requiere de la utilización de la instrumentación adecuada, que arroja una serie de mediciones derivadas que pueden proporcionar información sobre la eficiencia vocal (51).

Dado que reflejan tanto la biomecánica de los pliegues vocales como la geometría glótica, los parámetros aerodinámicos, han sido descriptos como particularmente útiles en la evaluación clínica de la voz (52). A pesar de ello se evidenció que en Irlanda los profesionales fonoaudiólogos utilizan las medidas aeródinamicas instrumentales en menos del 10% de los casos, mientras que el 96.9% de los caso hace uso de la relación s/z y tiempo máximo de fonación (7).

Las medidas aerodinámicas instrumentales de la fonación son aún, actualmente utilizadas mayoritariamente en ámbitos relacionados a la investigación por sobre la aplicación clínica (7,53,54). Las mismas pueden ser estimadas a partir de la emisión de vocales sostenidas, de sílabas directas consonante-vocal y habla conectada. La posibilidad de realizar la valoración a partir de una muestra de habla conectada resulta de interés a fines clínicos y de investigación, pero la falta de valores normativos en población de sujetos sin disfonía dificultaba su aplicación. Con la investigación realizada por Lewandowski et al. (2018), se establecieron los valores normativos

para las variables número de respiraciones, duración, duración del flujo inspiratorio, flujo medio aéreo durante la fonación y duración de flujo espiratorio para hombres y mujeres a lo largo de tres rangos etarios (54). Previamente habían sido establecidos los valores normativos para las tareas fonatorias vocal sostenida y sílabas (55).

Con el objetivo de valorar patrones aerodinámicos en sujetos con disfonía de variada etiología se realizó un estudio retrospectivo con la revisión de historias clínicas de sujetos disfónicos evaluados mediante análisis acústico y medidas aerodinámicas. Fueron determinadas, puntualmente la presión subglótica estimada (est-Psub) y el flujo medio aéreo (MFR), en relación a un grupo control de sujetos sanos (56). A partir del análisis realizado fue posible evidenciar que, a diferencia del grupo control, los sujetos con disfonía presentaron una est-PSub estadísticamente más alta. Otro resultado importante de destacar, fue que la presencia de combinaciones de est-PSub y MFR que pueda presentar un individuo con trastornos de la voz es independiente de la categoría de diagnóstico, sin existir un patrón determinado para un diagnóstico dado.

Otra investigación que respalda la aplicación de la valoración aerodinámica es una revisión de la literatura a partir de la cual se concluye que las medidas del flujo de aire pueden servir como marcadores sensibles para la enfermedad respiratoria subyacente a una alteración de la voz y que, por lo tanto, resultarían útiles para mejorar la precisión del diagnóstico y ayudar a guiar el manejo efectivo en dicha población de pacientes (57).

Recientemente fue evaluada la relación entre las medidas aerodinámicas instrumentales de la fonación y la relación s/z para valorar si esté último resulta una herramienta confiable para valorar la válvula laríngea (58). La relación s/z demostró sólo una correlación moderada con algunas medidas instrumentales relacionadas con la válvula laríngea (flujo medio aéreo y resistencia glótica) con significancia clínica poco clara, demostrando falta de evidencia contundente sobre la capacidad de la relación s/z para valorar con precisión dicho aspecto.

Belsky et al. (59) comparó las medidas aerodinámicas y acústicas de adultos auto-percibidos como vocalmente sanos con aquellas de pacientes diagnosticados con disfonía por tensión muscular (DTM). Los resultados arrojaron diferencias significativas entre ambos grupos para el flujo de aire inspiratorio y duración de flujo de aire espiratorio el cual resultó más prolongado en los sujetos con DTM que en los sujetos del grupo control. Así mismo el grupo con DTM tuvo un tiempo de lectura más largo que resultó estadísticamente significativo con respecto al grupo control. A partir de estos hallazgos los autores concluyeron que, evaluando la totalidad, el habla conectada de un grupo considerable de pacientes diagnosticados con DTM reflejaba valores acústicos y aerodinámicos normales y que es necesario considerar los valores fonatorios aerodinámicos y acústicos individuales al establecer metas y planes de tratamiento para sujetos con DTM. Rápidamente, un grupo de investigadores realizaron una carta al editor cuestionando las conclusiones de los autores de dicha investigación alegando que, sin haber evaluado la presión subglótica, los resultados obtenidos deben ser interpretados con precaución (60). Los mismos manifiestan que un lector que no se encuentre familiarizado con la toma e interpretación de las medidas aerodinámicas, podría interpretar con la conclusión de Belsky et al. que las mismas tienen un papel limitado en sujetos con DTM. Así mismo resaltan que la valoración de los parámetros vocales aerodinámicos -fundamentalmente la presión subglótica- puede resultar muy útil en la DTM, tanto en el diagnóstico como en el seguimiento.

Electroglotografía Laríngea

La electroglotografía (EGG) se caracteriza por ser un método sencillo, no invasivo y de bajo costo que permite valorar el patrón vibratorio de los pliegues vocales -sobre todo el grado de contacto relativo entre ellos durante el ciclo vocal- a partir del registro de la corriente eléctrica transmitida por los tejidos (11,61). Frecuentemente es descripto como un método objetivo dado que arroja valores cuantitativos basados en un registro de cambios de impedancia detectados por los electrodos ubicados en el cuello del sujeto evaluado. Sin embargo, para realizar una correcta interpretación del registro electroglotográfico no sólo se debe reparar en los valores numéricos sino también en los aspectos cualitativos de la onda, su correcta interpretación y la capacidad para correlacionar dichos hallazgos con la valoración perceptual, acústica y endoscópica (62).

Dadas las características no invasivas y de costo de la electroglotografía, la misma ha tenido y tiene en la actualidad una gran variedad de campos de aplicación entre los cuales es posible mencionar: la ciencia básica de la voz, la fisiología de la producción vocal, la fonética, el procesamiento del habla, el análisis y clasificación de señales del habla, el canto, la terapia fonoaudiológica, trabajo clínico en deglución, psicología y audición y bioretroalimentación (63).

En términos cuantitativos, es posible extraer de la electroglotografia el cociente de contacto (CQ), el cociente de apertura (OQ) y el cociente de velocidad. El cociente de contacto es el parámetro más utilizado e importante. Se corresponde con el porcentaje del ciclo vibratorio donde el contacto de los pliegues vocales es más grande que el nivel mínimo (11,61,63).

En Argentina fue llevado a cabo una investigación que estudió la correlación entre los parámetros G (grado), R (aspereza) y B (soplo) de la escala GRBAS y el cociente de contacto (CQ) de la electroglotografía en sujetos con disfonía de variada etiología diagnosticados mediante videoestroboscopía (64).

La EGG ha sido aplicada en diversas investigaciones que investigaron el efecto de distintos recursos terapéuticos (65–71). Tal es el caso de una reciente investigación donde se observaron los posibles efectos de ocho ejercicios con tracto vocal semiocluído (ETVSO) en el quasi output cost ratio (QOCR), como indicador de influencia en la economía vocal (72). Dicho estudio estuvo basado en los resultados obtenidos por Laukkanen et al. donde se propone utilizar el quasi output cost ratio (QOCR), medida derivada de la EGG, como medida para valorar la economía vocal de una forma más factible que calculando el output cost rate (OCR) tal como fuera propuesto por Titze (73).

Existen variadas limitaciones que han sido descriptas como causantes de la falta de aplicación rutinaria de la EGG en la valoración de la voz. Entre ellas, se destaca la considerable variabilidad de la señal en un mismo paciente, la influencia de la presencia de moco en el plano glótico sobre la forma de onda, la estructura del cuello y la contracción de los músculos. También la correcta colocación de los electrodos es un factor significativo para la obtención de una señal adecuada pudiendo ser esto causante de variaciones en el registro, en caso de no ser contemplado.

La variabilidad de la señal electroglotografía fue analizada en sujetos con voz patológica y se evaluó la existencia de posibles diferencias de variabilidad entre patologías orgánicas y funcionales para identificar patrones distintivos de las mismas (74). Los resultados evidenciaron que, en términos de variabilidad general, los sujetos disfónicos obtuvieron valores más altos que los controles, implicando

ésta una diferencia estadísticamente significativa.

Resulta importante resaltar que, al igual que las demás medidas instrumentales, la electroglotografía requiere de una correcta interpretación subjetiva de su trazado que es tan imprescindible como la valoración cuantitativa (62,63).

Según lo reportado ninguno de los profesionales fonoaudiólogos irlandeses participantes del estudio manifestó utilizar EGG de forma rutinaria (7).

Fue postulado que el desarrollo futuro de investigaciones en relación a la electroglotografía y su metodología está previsto en tres niveles: (a) validación rigurosa y fortalecimiento del poder interpretativo de los enfoques de medición cualitativos y cuantitativos existentes; (b) introducción y validación rigurosa de nuevos enfoques cuantitativos e interpretativos; y (c) el avance de la tecnología de medición en sí, por ejemplo, agregando de manera confiable información espacial ajustada a la forma de onda del EGG (63).

Electromiografía laríngea

El estudio de electromiografía (EMG) consiste en un registro y posterior análisis de la actividad electrica en un músculo mediante un electrodo de aguja en actividad espontánea en reposo, actividad voluntaria y máximo esfuerzo. El análisis de los resultados brinda información sobre el mecanismo fisiopatológico del supuesto daño, el cual puede ser de índole neurógeno o miogeno. En caso de ser neurógeno, permitirá conocer también si el proceso de evolución del daño es activo o crónico y la existencia o no de signos de regeneración (11,61).

A pesar de ser considerada la herramienta gold standard para el diagnóstico de los trastornos de movimiento de los pliegues vocales, sobre todo de paresias y parálisis cordales, al día de la fecha no es utilizada de forma rutinaria en la clínica y la causa radica en la falta de acuerdo en la metodología, interpretación, validez y aplicación clínica (75).

A partir de una encuesta realizada a profesionales laríngologos europeos sobre las herramientas que consideran más importantes para el diagnósito de las parálisis cordales, se evidenció que a pesar de que la mayoría de los participantes considera la EMG laríngea como una mejor herramienta para el diagnóstico de dicha población, la mayoria en la práctica diaria recurre a la estroboscopía ante la sospecha de una parálisis cordal (76)

Han sido descriptas variadas aplicaciones de la electromiografía laríngea tales como: guiar la aplicación de toxina botulínica en músculos laríngeos hiperactivos (como se observa en disfonías espasmódicas y tremor vocal) o de ácido hialurónico en parálisis de cuerda vocal; diagnóstico de parálisis laríngeas; predicción de la posibilidad de recuperación de parálisis cordales; diagnóstico de enfermedades neurológicas laríngeas e identificación de desórdenes de movimiento laríngeo causado por Enfermedad de Parkinson; atrofia multisistémica; disfonía espasmódica; tremor vocal esencial; síndrome de Tourette y otras (77).

En una publicación reciente fueron descriptos resultados positivos, libres de complicaciones, obtenidos a partir de la aplicación de ácido hialurónico en el consultorio a pacientes con insuficiencia glótica con la ayuda de la electromiografía como guía para la aplicación (78)

Otra aplicación que ha tenido la EMG en investigaciones de los últimos años fue sobre pacientes con tos crónica. Se detectó evidencia de neuropatía motora bilateral en sujetos con tos crónica sin respuesta a los tratamientos y se ha postulado a la EMG como una prueba de diagnostico adicional, posible de ser utilizada en aquellos sujetos con tos refractaria (79).

COMENTARIOS FINALES

Sin dudas la vocología precisa de guías clínicas de diagnóstico -así como también de tratamiento- basadas en evidencia científica, que guíen el quehacer y la constante toma de decisiones en la cuales nos vemos inmersos los profesionales diariamente. Así mismo, esto permitiría estandarizar medidas de resultado que podrían brindar valiosa información en términos tanto clínicos como de investigación, pudiendo hacer comparaciones intra e inter-sujeto e incluso, entre diferentes centros.

Dadas las características inherentes de la función vocal, la evaluación de la voz debe ser completa, compleja y flexible. En tal complejidad, coexisten medidas instrumentales y no instrumentales con una importancia y relevancia equivalente. La evaluación instrumental, representa un componente necesario del proceso de diagnóstico clínico y no un aspecto suplementario, accesorio u opcional; tal como lo es la evaluación no instrumental. Contar con herramientas que permitan hacer un diagnóstico más preciso y conocer tanto los aportes como las limitaciones de las mismas, resulta un aspecto determinante en el proceso de valoración de la voz.

Realizar una evaluación completa es una cuestión de ética y responsabilidad como profesionales de la salud. Debe promoverse el trabajo en equipo entre laringólogo y fonoaudiólogo, el cual redunda en todos los casos en un beneficio para el correcto manejo de un individuo con disfonía.

Los autores manifiestan no presentar conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Roy N, Barkmeier-Kraemer J, Eadie T, Preeti Sivasankar M, Mehta D, Paul D, et al. Evidence-Based Clinical Voice Assessment: A Systematic Review. Am J Speech-Language Pathol [Internet]. 2013 [cited 2020 Oct 9];22:212–26. Available from: https://pubs.asha.org

2. Van Stan JH, Mehta DD, Hillman RE. Recent Innovations in Voice Assessment Expected to Impact the Clinical Management of Voice Disorders. Perspect ASHA Spec Interes Groups. 2017 Jan;2(3):4–13.

3. Behrman A, Orlikoff RF. Instrumentation in Voice Assessment and Treatment: What's the Use? Alison. Am J Speech-Language Pathol [Internet]. 1997 [cited 2020 Oct 9];6(4):9–16. Available from: https://pubs.asha.org

4. Dejonckere PH, Bradley P, Clemente P, Cornut G, Crevier-Buchman L, Friedrich G, et al. 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 Phoniatrics of the European Laryngolo. Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology. 2001;258(2):77–82.

5. Patel RR, Awan SN, Barkmeier-Kraemer J, Courey M, Deliyski D, Eadie T, et al. Recommended Protocols for Instrumental Assessment of Voice: American Speech-Language-Hearing Association Expert Panel to Develop a Protocol for Instrumental Assessment of Vocal Function. 2018 [cited 2020 Oct 9]; Available from: https://doi.org/10.1044/2018_AJSLP-17-0009

6. Gutkin LD, Zernotti M, María L, Vaccari E, Rodríguez DI, Dalmasso FM, et al. Guías de práctica clínica para el diagnóstico de la disfonía. 2016;83–

7. McAlister S, Yanushevskaya I. Voice assessment practices of speech and language therapists in Ireland. Clin Linguist Phonetics [Internet]. 2020;34(1–2):29–53. Available from: https://doi.org/10.1080/02699206.2019.1610798

8. Powell ME, Deliyski DD, Zeitels SM, Burns JA, Hillman RE, Gerlach TT, et al. Efficacy of Videostroboscopy and High-Speed Videoendoscopy to Obtain Functional Outcomes From Perioperative Ratings in Patients With Vocal Fold Mass Lesions. J Voice [Internet]. 2020;34(5):769–82. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.03.012

9. Young WG, Shama L, Petty B, Hoffman MR, Dailey SH. Comparing Videostroboscopy and Direct Microlaryngoscopy: An Argument for Flexible Consent and Operative Plan. J Voice [Internet]. 2017;33(2):143–9. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.10.005

10. Awad R, Shamil E, Gibbins N, Aymat A, Harris S. From Voice Clinic to Operating Room: Are We Out of Tune? J Voice [Internet]. 2020;34(4):604–8. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.12.016

11. Cobeta I, Núñez F, Fernández S. Patologíade la voz. Marge Medica Books. 2013. 629 p.

12. Zacharias SR, Deliyski DD, Gerlach TT. Utility of Laryngeal High-Speed Videoendoscopy in Clinical Voice Assessment HHS Public Access. J Voice. 2018;32(2):216–20.

13. Laukkanen AM, Geneid A, Bula V, Radolf V, Horáček J, Ikävalko T, et al. How Much Loading Does Water Resistance Voice Therapy Impose on the Vocal Folds? An Experimental Human Study. J Voice. 2018;

14. Horáček J, Radolf V, Laukkanen AM. Impact Stress in Water Resistance Voice Therapy: A Physical Modeling Study. J Voice. 2019;33(4):490–6.

15. Angadi V, Dressler E, Kudrimoti M, Valentino J, Aouad R, Gal T, et al. Efficacy of Voice Therapy in Improving Vocal Function in Adults Irradiated for Laryngeal Cancers: A Pilot Study. J Voice [Internet]. 2019; Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.05.008

16. Gandhi S, Bhatta S, Ganesuni D, Ghanpur AD, Saindani SJ. Pre- and Postoperative High-Speed Videolaryngoscopy Findings in Adductor Spasmodic Dysphonia Following Transoral CO2 LASER-Guided Thyroarytenoid Myoneurectomy. J Voice [Internet]. 2020; Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.09.016

17. Samlan RA, Kunduk M, Ikuma T, Black M, Lane C. Vocal fold vibration in older adults with and without age-related dysphonia. Am J Speech-Language Pathol. 2018;27(3):1039–50.

18. Woo P. Vibratory Characteristics of Diplophonia Studied by High Speed Video and Vibrogram Analysis. J Voice [Internet]. 2019;33(1):7–15. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.08.013

19. Kim GH, Lee YW, Bae IH, Park HJ, Wang SG, Kwon SB. Usefulness of Two-Dimensional Digital Kymography in Patients With Vocal Fold Scarring. J Voice. 2019;33(6):906–14.

20. Chen W, Woo P, Murry T. Vibratory Onset of Adductor Spasmodic Dysphonia and Muscle Tension Dysphonia: A High-Speed Video Study☆. J Voice [Internet]. 2020;34(4):598–603. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.12.010

21. Kosztyła-Hojna B, Zdrojkowski M, Duchnowska E. Application of the HRES 5562 Camera Using the HSDI Technique in the Diagnosis of Glottal Insufficiencies in Teachers. J Voice. 2020;

22. Maryn Y, De Bodt M, Roy N. The Acoustic Voice Quality Index: Toward improved treatment outcomes assessment in voice disorders. J Commun Disord. 2010;43(3):161–74.

23. Carding PN, Wilson JA, MacKenzie K, Deary IJ. Measuring voice outcomes: State of the science review. J Laryngol Otol. 2009;123(8):823–9.

24. Bottalico P, Codino J, Cantor-Cutiva LC, Marks K, Nudelman CJ, Skeffington J, et al.

Reproducibility of Voice Parameters: The Effect of Room Acoustics and Microphones. J Voice [Internet]. 2018;34(3):320–34. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.10.016

25. Delgado-Hernández J, León-Gómez NM, Izquierdo-Arteaga LM, Llanos-Fumero Y. Cepstral analysis of normal and pathological voice in Spanish adults. Smoothed cepstral peak prominence in sustained vowels versus connected speech. Acta Otorrinolaringol Esp [Internet]. 2018;69(3):134–40. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.otorri.2017.05.006

26. Brinca LF, Batista APF, Tavares AI, Gonçalves IC, Moreno ML. Use of cepstral analyses for differentiating normal from dysphonic voices: A comparative study of connected speech versus sustained vowel in european portuguese female speakers. J Voice. 2014;28(3):282–6.

27. Hasanvand A, Salehi A, Ebrahimipour M. A Cepstral Analysis of Normal and Pathologic Voice Qualities in Iranian Adults: A Comparative Study. J Voice [Internet]. 2017;31(4):508.e17-508.e23. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.10.017

28. Cecconello L, Farías P, Gurlekian J. Aplicación del Cepstrum en la clínica vocal. Rev la Fed Argentina … [Internet]. 2008;(1998):12–4. Available from: http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Aplicación+del+cepstrum+en+la+clínica+vocal#0

29. Ferrer Riesgo CA, Nöth E. What Makes the Cepstral Peak Prominence Different to Other Acoustic Correlates of Vocal Quality? J Voice. 2020;34(5):806.e1-806.e6.

30. Delgado-Vargas B, Acle-Cervera L, Sánz-López L, Bonet-Loscertales M, Pérez-Naranjo N, Fuentes-Navajo P. Cepstral analysis in patients with a vocal fold motility impairment: advantages of the cepstrum over time-based acoustic analysis. Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology [Internet]. 2020;(0123456789). Available from: https://doi.org/10.1007/s00405-020-06291-2

31. Awan SN, Awan JA. A Two-Stage Cepstral Analysis Procedure for the Classification of Rough Voices. J Voice [Internet]. 2020;34(1):9–19. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.07.003

32. Brockmann-Bauser M, Van Stan JH, Carvalho Sampaio M, Bohlender JE, Hillman RE, Mehta DD. Effects of Vocal Intensity and Fundamental Frequency on Cepstral Peak Prominence in Patients with Voice Disorders and Vocally Healthy Controls. J Voice. 2019;1–7.

33. Guzman M, Angulo M, Muñoz D, Mayerhoff R. Effect on long-term average spectrum of pop singers' vocal warm-up with vocal function exercises. Int J Speech Lang Pathol. 2013;15(2):127–35.

34. Master S, Biase N de, Pedrosa V, Chiari BM. O espectro médio de longo termo na pesquisa e na clínica fonoaudiológica. Pró-Fono Rev Atualização Científica. 2006;18(1):111–20.

35. Tanner K, Roy N, Ash A, Buder EH. Spectral moments of the long-term average spectrum: Sensitive indices of voice change after therapy? J Voice. 2005;19(2):211–22.

36. Maryn Y, Corthals P, Van Cauwenberge P, Roy N, De Bodt M. Toward improved ecological validity in the acoustic measurement of overall voice quality: Combining continuous speech and sustained vowels. J Voice [Internet]. 2010;24(5):540–55. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.12.014

37. Barsties B, Maryn Y. The improvement of internal consistency of the Acoustic Voice Quality Index. Am J Otolaryngol - Head Neck Med Surg [Internet]. 2015;36(5):647–56. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.amjoto.2015.04.012

38. Barsties v. Latoszek B, Lehnert B, Janotte B. Validation of the Acoustic Voice Quality Index Version 03.01 and Acoustic Breathiness Index in German. J Voice [Internet]. 2020;34(1):157.e17-157.e25. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.07.026

39. Maryn Y, De Bodt M, Barsties B, Roy N. The value of the Acoustic Voice Quality Index as a

measure of dysphonia severity in subjects speaking different languages. Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology. 2014;271(6):1609–19.

40. Pommée T, Maryn Y, Finck C, Morsomme D. Validation of the Acoustic Voice Quality Index, Version 03.01, in French. J Voice. 2020;34(4):646.e11-646.e26.

41. Delgado Hernández J, León Gómez NM, Jiménez A, Izquierdo LM, Barsties v. Latoszek B. Validation of the Acoustic Voice Quality Index Version 03.01 and the Acoustic Breathiness Index in the Spanish language. Ann Otol Rhinol Laryngol. 2018;127(5):317–26.

42. Barsties B, Maryn Y. External Validation of the Acoustic Voice Quality Index Version 03.01 with Extended Representativity. Ann Otol Rhinol Laryngol. 2016;125(7):571–83.

43. Hosokawa K, Barsties v Latoszek B, Iwahashi T, Iwahashi M, Iwaki S, Kato C, et al. The Acoustic Voice Quality Index Version 03.01 for the Japanese-speaking Population. J Voice [Internet]. 2019;33(1):125.e1-125.e12. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.10.003

44. Englert M, Barsties v. Latoszek B, Maryn Y, Behlau M. Validation of the Acoustic Voice Quality Index, Version 03.01, to the Brazilian Portuguese Language. J Voice [Internet]. 2019;1–7. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.07.024

45. Brodsky MB, Huang M, Shanholtz C, Mendez-Tellez PA, Palmer JB, Colantuoni E, et al. Recovery from dysphagia symptoms after oral endotracheal intubation in acute respiratory distress syndrome survivors: A 5-year longitudinal study. Ann Am Thorac Soc. 2017;14(3):376–83.

46. Lehnert B, Voice A, Index Q, Index B, Voice A, Index Q. Interne Validität des Acoustic Voice Quality Index Version 03 . 01 und des Acoustic Breathiness Index Internal Validation of the Acoustic Voice Quality Index version 03 . 01 und Acoustic Breathiness Index Einleitung Material und Methode. Laryngorhinootologie. 2018;97:630–5.

47. Núñez-Batalla F, Díaz-Fresno E, Álvarez-Fernández A, Muñoz Cordero G, Llorente Pendás JL. Aplicación del índice acústico de calidad vocal para la cuantificación objetiva de la severidad de la disfonía. Acta Otorrinolaringol Esp. 2017;68(4):204–11.

48. Englert M, Lopes L, Vieira V, Behlau M. Accuracy of Acoustic Voice Quality Index and Its Isolated Acoustic Measures to Discriminate the Severity of Voice Disorders. J Voice. 2020;

49. Wuyts FL, De Bodt MS, Molenberghs G, Remacle M, Heylen L, Brussels BM, et al. The Dysphonia Severity Index: An Objective Measure of Vocal Quality Based on a Multiparameter Approach [Internet]. Vol. 43, Journal of Speech, Language, and Hearing Research •. 2000 [cited 2020 Oct 14]. Available from: https://pubs.asha.org

50. Uloza V, Latoszek BB v., Ulozaite-Staniene N, Petrauskas T, Maryn Y. A comparison of Dysphonia Severity Index and Acoustic Voice Quality Index measures in differentiating normal and dysphonic voices. Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology [Internet]. 2018;275(4):949–58. Available from: http://dx.doi.org/10.1007/s00405-018-4903-x

51. Dejonckere PH. Assessment of Voice and Respiratory Function. In: Remacle M, Eckel HE, editors. Surgery of Larynx and Trachea. SPRINGER-VERLAG BERLIN; 2010. p. 11–26.

52. Jiang JJ, Maytag AL. Aerodynamic measures of glottal function: What extra can they tell us and how do they guide management? Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2014;22(6):450–4.

53. Behrman A. Common practices of voice therapists in the evaluation of patients. J Voice. 2005;19(3):454–69.

54. Lewandowski A, Gillespie AI, Kridgen S, Jeong K, Yu L, Gartner-Schmidt J. Adult normative data for phonatory aerodynamics in connected speech. Laryngoscope. 2018;128(4):909–14.

55. Zraick RI, Smith-Olinde L, Shotts LL. Adult normative data for the KayPENTAX phonatory aerodynamic system model 6600. J Voice [Internet].

2012;26(2):164–76. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2011.01.006

56. Gilman M, Petty B, Maira C, Pethan M, Wang L, Hapner ER, et al. Aerodynamic Patterns in Patients With Voice Disorders: A Retrospective Study. J Voice [Internet]. 2017;31(5):545–9. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.11.001

57. Tong JY, Sataloff RT. Respiratory Function and Voice: The Role for Airflow Measures. J Voice. 2020;

58. Joshi A. A Comparison of the s/z Ratio to Instrumental Aerodynamic Measures of Phonation. J Voice [Internet]. 2020;34(4):533–8. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.02.014

59. Belsky MA, Rothenberger SD, Gillespie AI, Gartner-Schmidt JL. Do Phonatory Aerodynamic and Acoustic Measures in Connected Speech Differ Between Vocally Healthy Adults and Patients Diagnosed with Muscle Tension Dysphonia? J Voice. 2020;

60. Garaycochea O, Alcalde J, Fernández S. Aerodynamic Measures in Muscle Tension Dysphonia. J Voice. 2020;2169.

61. Jackson-Menaldi MC. La voz normal y patológica. Diagnóstico y tratamiento de la patología vocal. 1st ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Médica Panamericana; 2019. 536 p.

62. Calvache Mora CA. Objetividad de la electroglotografía. Aplicaciones clínicas e investigativas en la voz. Rev Logop Foniatr y Audiol [Internet]. 2015;35(3):134–42. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.rlfa.2014.11.001

63. Herbst CT. Electroglottography – An Update. J Voice [Internet]. 2020;34(4):503–26. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.12.014

64. Jerez RM. Correlation between measures of perceptual assessment of GRB and contact quotient (CQ). Acta Otorrinolaringol Esp [Internet]. 2018;69(2):95–8. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.otorri.2017.04.002

65. 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 [Internet]. 2014;28(5):589–95. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.11.004

66. Calvache Mora CA., Guzmán M. Variaciones en el cociente de contacto glótico, durante y después de diferentes ejercicios con tracto vocal semi-ocluido en sujetos normales y con disfonía. [anteproyecto; docu- mento sin publicar]. 2013;1–41.

67. Gaskill CS, Erickson ML. The Effect of a Voiced Lip Trill on Estimated Glottal Closed Quotient. J Voice [Internet]. 2008;22(6):634–43. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2007.03.012

68. 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 [Internet]. 2012;26(3):e79–93. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2011.03.003

69. Guzman M, Rubin A, Muñoz D, Jackson-Menaldi C. Changes in glottal contact quotient during resonance tube phonation and phonation with vibrato. J Voice. 2013;27(3):305–11.

70. Laukkanen A-M, Titze IR, Hoffman H, Finnegan E. Effects of a Semioccluded Vocal Tract on Laryngeal Muscle Activity and Glottal Adduction in a Single Female Subject. Folia Phoniatr Logop. 2008;60:298–311.

71. Sampaio M, Oliveira G, Behlau M. Investigation of the immediate effects of two semi-occluded vocal tract exercises. Pro Fono. 2008;20(4):261–6.

72. Calvache C, Guzman M, Bobadilla M, Bortnem C. Variation on Vocal Economy After Different Semioccluded Vocal Tract Exercises in Subjects With Normal Voice and Dysphonia. J Voice

[Internet]. 2020;34(4):582–9. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.01.007

73. Laukkanen AM, Mäki E, Leppänen K. Electroglottogram-based estimation of vocal economy: "Quasi-output-cost ratio." Folia Phoniatr Logop. 2009;61(6):316–22.

74. Nacci A, Macerata A, Bastiani L, Paludetti G, Galli J, Marchese MR, et al. Evaluation of the Electroglottographic Signal Variability in Organic and Functional Dysphonia ARTICLE IN PRESS. J Voice [Internet]. 2020;1–12. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.09.005

75. Ho GY, Leonhard M, Volk GF, Foerster G, Pototschnig C, Klinge K, et al. Inter-rater reliability of seven neurolaryngologists in laryngeal EMG signal interpretation. Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology [Internet]. 2019;276(10):2849–56. Available from: https://doi.org/10.1007/s00405-019-05553-y

76. Volk GF, Themel S, Gugatschka M, Pototschnig C, Sittel C, Müller AH, et al. Vocal fold paresis: Medical specialists' opinions on standard diagnostics and laryngeal findings. Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology [Internet]. 2018;275(10):2535–40. Available from: http://dx.doi.org/10.1007/s00405-018-5102-5

77. Kimaid PAT, Crespo AN, Moreira AL, Wolf AE, França-Jr MC. Laryngeal Electromyography Techniques and Clinical Use. J Clin Neurophysiol. 2015;32(4):274–83.

78. Liu AQ, Singer J, Lee T, Hu A. Laryngeal Electromyography-Guided Hyaluronic Acid Vocal Fold Injections for Glottic Insufficiency. Ann Otol Rhinol Laryngol. 2020;

79. Zalvan CH, Yuen E, Thomas AM, Benson BE. Laryngeal Electromyographic Findings in a Cohort of Recalcitrant Chronic Neurogenic Cough Patients. J Voice [Internet]. 2020; Available from: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.01.024

Como citar: Román y Zubeldia, J.; Farías, P. G. Evaluación instrumental de la función vocal: Actualización bibliográfica. Fonoaudiológica. 2021; 68 (1):96-111. *Disponible en: https://fonoaudiologica.asalfa.org.ar*