

# **El uso de la mascarilla quirúrgica ¿Afecta a la calidad vocal?**

Trabajo fin de grado de Logopedia

Alumnas: Leila Khayi González y María Magdalena Morales Acosta

Tutora: Sonia Byrne

Co – tutor: Jonathan Delgado Hernández

Facultad de Psicología y Logopedia

Universidad de La Laguna

Curso 2020 - 2021

## Resumen

En este último año el uso de la mascarilla se ha incrementado tras la aparición del COVID – 19. Ésta ofrece protección contra patógenos externos y evita el contagio entre las personas; sin embargo, se cree que ésta afecta a la calidad vocal. Este estudio se centra en la investigación de cómo la mascarilla quirúrgica afecta a la calidad de la voz. Para saber esto, participaron diez sujetos normofónicos, de los que se obtuvieron cuatro muestras de voz diferentes. Estas muestras fueron analizadas acústicamente con el software Praat, en concreto con el índice multivariado AVQI debido a su alta precisión diagnóstica. Los datos obtenidos fueron examinados a través del estadístico U de Mann Whitney, los cuales demostraron que no existen diferencias significativas en el AVQI y en cada uno de los parámetros que lo conforman. La calidad vocal no se ve afectada por el uso de la mascarilla quirúrgica.

**Palabras clave:** mascarilla quirúrgica; COVID - 19; calidad vocal; AVQI.

## Abstract

In the last year, the use of surgical masks has increased since COVID - 19 appeared. These masks offer protection against external pathogens and they avoid the infection between people; nevertheless, it is believed that these masks affect the voice quality. This investigation is focused on how surgical masks affect the voice quality. Ten normo - speakers subjects have participated in this studio, of which obtained four different voice samples, these ones were acoustically investigated with Praat software, specifically with the multivariate AVQI index due its high diagnostic precision. The obtained data were examined by means of Mann Whitney U test. The results have shown that there aren't important differences in the AVQI and in the parameters which conform this index aswell. The voice quality doesn't seem affected related with the use of surgical masks.

**Key words:** surgical masks; COVID - 19, voice quality; AVQI.

## Introducción

La mascarilla quirúrgica, sobre la cual estará centrada esta investigación, tiene un principal cometido: proteger al usuario y al resto de personas que lo rodean, evitando así la transmisión de posibles partículas infecciosas (Leyva, 2009). Estas mascarillas están preparadas para tener una alta filtración del aire, permitiendo el paso de gotas de 3 micrómetros o menos en el caso del cubrebocas quirúrgico (Montaño – Luna y Miranda – Novales, 2020).

Si bien el uso de mascarillas se remonta a épocas y acontecimientos históricos como pudo ser la peste negra en Europa, la cual dejó como símbolo característico aquellas mascarillas negras de picos largos; su uso en ambientes hospitalarios es relativamente corto, pues es a partir del siglo XIX, cuando Johann Von Mikulicz – Radecki estableció el uso de las mascarillas quirúrgicas en las cirugías (Lozano Sanchez, 2021), tras descubrir que la expansión de las partículas salivales (que además contengan posibles patógenos ubicados en la boca, nariz o garganta) podían causar una infección a los pacientes.

A parte del personal sanitario, existe una población de riesgo que es susceptible al uso de la mascarilla, incluyendo: personas con alguna patología contagiosa, personas que prestan cuidados a enfermos con un cuadro gripal potencialmente contagioso, entre otras. Sin embargo, en la actualidad dicho público se ha ampliado a prácticamente toda la población mundial tras la aparición del virus COVID – 19. Este virus, el cual tuvo su origen en Wuhan, China, es causado por el SARS – CoV – 2, hoy en día es un virus relativamente desconocido, pero se puede determinar una serie de sintomatología asociada, como puede ser la fiebre, disnea, tos, afectación estomacal (vómitos y diarrea entre otros), cefaleas, etc. (Santos-Velázquez et al., 2020).

La vía más rápida de transmisión es tener contacto con las partículas salivales expulsadas al toser, estornudar o incluso hablar, así como la existencia de aerosoles en el aire que contengan dichas partículas infecciosas, no obstante, también se produce la infección de las diferentes superficies. Es por esta razón que el espacio de trabajo (por ejemplo, una clínica o gabinete) se convierte en un lugar susceptible a contaminarse, pero ¿cuáles son las áreas médicas que más riesgo tienen ante una enfermedad contagiosa?

En todas profesiones médicas existe el riesgo de contagio. Se consideró importante destacar en esta cuestión el gremio de los otorrinolaringólogos ya que parte de la sintomatología del COVID – 19 es motivo de consulta para estos profesionales.

Los otorrinos tienen un contacto directo con las mucosas presentes en las vías respiratorias de los pacientes, además de los diversos procedimientos de intervención los cuales pueden provocar estornudos o tos, dejando vulnerables a los otorrinos, propensos a contagiarse de, en este caso, COVID – 19, pero igualmente esto es extrapolable a cualquier otra patología infecciosa (Perez-Garcia y Santamaria-Gamboa, 2020).

A raíz de esta pandemia, este grupo de profesionales ha establecido una serie de medidas restrictivas para evitar la situación de contagio, entre estas medidas se pueden encontrar: la disminución de las consultas no obligatorias, así como las cirugías, intentar tener consulta de manera online, etc (Perez-Garcia y Santamaria-Gamboa, 2020).

Es por esto por lo que, el interés del estudio de la voz con y sin mascarilla ha aumentado, ya que, si se demuestra que ésta no afecta a la calidad de la voz, sectores como los ORL, se podrían ahorrar procedimientos riesgosos, como por ejemplo una laringoscopia para observar las cuerdas vocales, en donde se pone en contacto directo con la mucosa del paciente, intercambiando así este procedimiento por un análisis acústico, lo cual reduciría en gran medida el riesgo de contagio.

De forma similar ocurre en el área logopédica, dado que resulta muy complicado mantener las medidas de seguridad con los pacientes durante la rehabilitación, además, en muchas ocasiones, corren el riesgo de estar en contacto con secreciones de saliva por los diversos procedimientos de intervención. A causa de todo esto, el número de consultas online ha aumentado con creces.

Por ello, tras la aparición del COVID-19 han ido apareciendo en la literatura diferentes estudios que abordan los efectos de las mascarillas en la evaluación acústica de la voz.

Randazzo, Koenig y Priefer (2020) realizaron una comparación de la inteligibilidad del habla en los diferentes tipos de mascarillas, llegando a la conclusión de que las mascarillas suponen una barrera para el acto comunicativo. Dependiendo del tipo de mascarilla la inteligibilidad se ve alterada, produciéndose variaciones importantes en relación con la distribución de la potencia acústica en las bandas de frecuencia (sobre todo del primer y segundo formante). En relación con el tipo de mascarilla, la N95 es la que mayor afectación produce mientras que la mascarilla quirúrgica es la que menor impacto tiene sobre la inteligibilidad del habla.

Maryn et al. (2021) exploraron cómo afectan los tres tipos de mascarilla (quirúrgica, FFP2 y de plástico transparente) a las propiedades del habla y la voz. Esto se llevó a cabo mediante un modelo de producción de voz (modelo VESPA) que emitía las

grabaciones de 47 sujetos en cuatro condiciones (sin mascarilla, con mascarilla quirúrgica, con mascarilla FFP2, y con mascarilla de plástico transparente), para evitar así posibles contagios. La conclusión que se extrajo fue que todos los tipos de mascarilla influyeron en mayor o menor medida en las propiedades del habla y la voz. Esta influencia fue menor para las mascarillas quirúrgicas y mayor para las de plástico transparente. Por tanto, recomiendan las quirúrgicas cuando la comunicación hablada es una prioridad junto a la protección respiratoria.

Magee, M. et al. (2020) investigaron los efectos de las máscaras faciales en el análisis acústico y la percepción del habla, por ello se utilizó el análisis acústico del habla con tres tipos de mascarilla (N95, quirúrgica y de tela) en siete sujetos. Los resultados mostraron que las máscaras faciales cambian la señal del habla, aunque no influyeron significativamente en la inteligibilidad de la misma y algunas características acústicas específicas (como el HNR, relación armónico-ruido, y el CPPs, pico cepstral más prominente en el cepstrum suavizado) no se ven afectadas independientemente del tipo de mascarilla.

Fiorella et al (2021) indagaron sobre los efectos de las mascarillas quirúrgicas en algunos de los parámetros vocales como puede ser el F0, jitter, shimmer, intensidad vocal, la relación armónico-ruido con la finalidad de entender cómo esta llega a afectar a la voz y a la comunicación en general; la población utilizada fueron 60 adultos sin ninguna patología; de los cuales se extrajo de cada uno de ellos dos muestras vocales de una /a/ sostenida; las muestras fueron en dos condiciones: con mascarilla y otra sin mascarilla.

Las muestras obtenidas se analizaron a través del software Praat obteniendo como resultados la ausencia de diferencias entre las condiciones previamente nombradas.

Sin embargo, aunque no se encontraron diferencias significativas de la intensidad vocal entre las condiciones con y sin mascarilla, el 65% de los sujetos experimentaron un ligero descenso de la intensidad cuando usaba mascarilla quirúrgica.

El Índice Acústico de Calidad Vocal (Acoustic Voice Quality Index, AVQI) es un índice acústico multivariado que está formado por seis parámetros acústicos que correlacionan significativamente con el grado de severidad de la disfonía.

Los diversos estudios realizados (Barsties et al., 2019; Englert et al., 2019; Englert et al., 2020; Englert et al., 2021; Lee et al., 2018; Maryn et. al., 2014), indican que el AVQI es una herramienta útil para distinguir entre voces normales y patológicas, así como para evaluar la severidad de las alteraciones de la voz, además este índice permite la cuantificación de la calidad de la voz.

Delgado-Hernández et al. (2018) validaron este índice al español el AVQI v. 03.01 a través de una muestra de voz que consistía en una /a/ sostenida durante más de tres segundos y otra muestra que consta de una lectura en voz alta de tres oraciones fonéticamente balanceadas. La muestra fue de 136 usuarios con disfonía y 47 usuarios sanos.

En español se considera patológico superar el valor de 2.28 (Delgado-Hernández et al., 2018), este umbral patológico presenta un área bajo la curva ROC (AROC) del 90.5%, con una sensibilidad del 74.8% y una especificidad del 94.6.

La curva AROC se utiliza para estimar el poder de discriminación del índice AVQI entre voces normales y disfónicas, un  $A_{ROC} = 1$  correspondería a una prueba perfecta, es decir, que clasificaría al 100% de los normofónicos como sujetos exentos de alteración en la voz. Con un valor de  $A_{ROC} = 0.5$  existiría la misma probabilidad de clasificar a un sujeto con alteraciones en la voz como sano que como disfónico.

La sensibilidad es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo cuyo estado real sea el definido como positivo respecto a la condición que estudia la prueba, es decir, la probabilidad de obtener un resultado positivo cuando el individuo es disfónico, razón por la que también es denominada fracción de verdaderos positivos (FVP). La especificidad es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo cuyo estado real sea definido como negativo, es decir, la probabilidad de obtener un resultado negativo cuando el sujeto no es disfónico. Es igual al resultado de restar a uno la fracción de falsos positivos (FFP) (López de Ullibarri y Píta, 1998).

Otro aspecto que valida la utilidad diagnóstica del AVQI es el coeficiente de correlación de Spearman.

Para calcular la validez concurrente se utilizaron los valores del coeficiente de correlación de rango-orden de Spearman y el coeficiente de determinación los cuales mostraron un alto nivel de correlación entre el AVQI y la calificación perceptiva ( $r = 0,835, p < 0,001$ ).

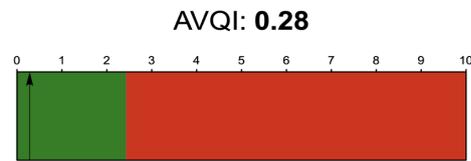
El AVQI presenta unos valores de 0 a 10, como se puede observar en la figura 1. Asimismo, los valores comprendidos entre 0 y 2.28 se corresponden con voces normales y los valores iguales o superiores a 2.28 a voces patológicas. A medida que aumenta el valor del AVQI hacia 10, peor es la calidad vocal y por tanto mayor es la afectación vocal.

### **Figura 1**

*Usuario 3 sin mascarilla.*

#### ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01

Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): <b>16.60</b>
Harmonics-to-noise ratio: <b>22.80 dB</b>
Shimmer local: <b>3.87 %</b>
Shimmer local dB: <b>0.44 dB</b>
Slope of LTAS: <b>-14.05 dB</b>
Tilt of trendline through LTAS: <b>-11.99 dB</b>



Dada la altísima precisión diagnóstica y buena relación con la severidad de las alteraciones vocales (mucho más que cualquier otra medida acústica) lo convierte en una herramienta muy interesante en ambientes hospitalarios y clínicos.

El objetivo de este trabajo es estudiar los efectos de la mascarilla quirúrgica en los valores del AVQI v.03.01.

Los objetivos específicos de esta investigación se centran en estudiar los efectos de la mascarilla en cada uno de los parámetros acústicos que forman parte del AVQI v.03.01 por separado.

## Método

### Participantes

En este estudio participaron voluntariamente 10 sujetos, 6 mujeres y 4 hombres, hablantes de español, con una media de edad de 37,5 años (desviación típica de 11, 61). Además, todos los sujetos se encuentran vacunados, por lo que no hay riesgo de contagio por Covid-19.

### Grabación de las voces

Se obtuvieron cuatro muestras de voz diferentes para cada sujeto de estudio, un total de 40 muestras: una vocal sostenida /a/ durante 4 segundos aproximadamente, con y sin mascarilla quirúrgica (por lo que equivale a 2 muestras por sujeto) y la lectura de las tres frases fonéticamente balanceadas del test de la matriz de frases para hablantes de español (Hochmuth, et al., 2012) utilizadas en la validación al español del índice (Delgado-Hernández et al. 2018) , con y sin mascarilla (correspondiendo con otras 2 muestras de habla por sujeto). Las voces fueron grabadas con un micrófono de condensador de diadema AKG C544L y un interfaz de audio alessis i/o2 express. Se utilizó el programa Praat v. 6.1.12 (Boersma y Weenink, 2020) con una frecuencia de muestreo de 44.1 Khz y 16 bits de resolución. Por otro lado, se calculó *post hoc* la ratio señal-ruido

(*signal-to-noise ratio*, SNR), con el fin de garantizar una calidad de grabación óptima en todos los audios.

### **Medidas acústicas**

Se utilizó el índice AVQI v.03.01 para medir la calidad vocal de los sujetos que participaron en este estudio.

Este índice está formado por seis parámetros acústicos: el pico cepstral más prominente en el cepstrum suavizado (Smoothed cepstral peak prominence, CPPS), la ratio armónico-ruido (Harmonics-to-noise ratio, HNR), el Shimmer relativo, Shimmer absoluto, y dos parámetros del espectro medio del habla (Long Term Average Spectrum, LTAS), la pendiente del espectro medio del habla ( $LTAS_{slope}$ ) y la pendiente calculada a partir de la línea de tendencia ( $LTAS_{tilt}$ ).

Para calcular el AVQI se usó el script del Praat elaborado por Barsties y Maryn (2016):

$$AVQI\ 03.01 = [4.152 - (0.177 \times CPPS) - (0.006 - HNR) - (0.037 \times Shim) + (0.941 \times ShdB) + (0.01 \times Slope) + (0.0993 \times Tilt)] \times 2.8902$$

El CPPS hace referencia a la diferencia existente entre el primer *rahmonic* y el punto con igual *quefrequency* en la línea de regresión a través del cepstrum suavizado.

La HNR es la medida que cuantifica la cantidad de ruido aditivo en la señal de la voz. Es el logaritmo en base 10 de la ratio entre la energía periódica y la energía correspondiente al ruido, multiplicado por 10.

El shimmer es un parámetro de la perturbación de la amplitud donde el Shimmer relativo, representa la variabilidad absoluta entre la amplitud de periodos consecutivos, divididos por la media total de la amplitud expresado en porcentaje y el Shimmer absoluto, el logaritmo en base 10 de la media absoluta de la diferencia entre la amplitud de periodos consecutivos, multiplicado por 20 expresado en dB.

Por último, se incluyen en el índice dos parámetros del LTAS: la pendiente espectral ( $LTAS_{slope}$ ), que es la diferencia entre la energía de 0 a 1000 Hz y la energía de 1000 a 10000 Hz del LTAS, y el  $LTAS_{tilt}$ , que representa la diferencia entre la energía de 0 a 1000 Hz y la energía de 1000 a 10000 Hz en la línea de tendencia a través del LTAS.

La relación señal - ruido (SNR) se calculó para comprobar el ruido ambiental presente en las grabaciones de voz realizadas a los usuarios. El resultado obtenido fue óptimo ya que este se obtuvieron valores aceptables bajo la norma SNR recomendada por Delysky, Shaw y Evans (2005) (es decir, valores por encima de los 30dB). Los valores obtenidos fueron una media de 46,82 dB y una DT de 8,43 dB.

## **Análisis estadístico.**

El análisis de los resultados se realizó con el programa estadístico R v.1. 1.419 (R Core Team, Vienna, Austria., 2018). Se calcularon las medias y desviaciones típicas de todos los parámetros temporales (Shimmer relativo y Shimmer absoluto), espectrales ( $LTAS_{slope}$ , y  $LTAS_{tilt}$ ) y cepstrales (CPPs); y del índice AVQI, con mascarilla y sin mascarilla.

Dadas las condiciones del estudio y el número de sujetos que componen la muestra, se decidió utilizar un estudio no paramétrico, en concreto U de Mann Whitney para dos muestras independientes, para conocer las posibles diferencias significativas entre ambas condiciones (con y sin mascarilla). Se utilizó un nivel de significación estadística de  $p < 0.05$ . Se realizaron 7 comparaciones no paramétricas, en concreto de las medidas AVQI, CPPS, HNR, Shimmer.local, Slope of LTAS, Tilt.trendline.through.LTAS, y el SNR.

## **Resultados**

### **Hipótesis**

Se establecieron dos hipótesis de trabajo, a partir de las dos condiciones planteadas en relación con afectación de la calidad vocal. Estas son:

H0: No hay diferencias significativas entre las medias de ambas condiciones, por lo que el uso de la mascarilla no interfiere en la calidad vocal.

Ha: Existen diferencias significativas entre las medias de ambas condiciones, por lo que el uso de la mascarilla si interfiere en la calidad vocal.

$$H_0: \mu_A = \mu_B$$

$$H_a: \mu_A \neq \mu_B$$

En la Tabla 1 se muestra el análisis exploratorio de las medias y desviaciones típicas (DT) del índice multivariado AVQI en ambas condiciones. Se obtuvo una  $p=0.65$  en el Test de Mann Whitney, lo cual significa la aceptación de la H0, es decir, no hay diferencias significativas entre ambos grupos en relación con la calidad vocal usando o no mascarilla.

### **Tabla 1.**

*Resultados AVQI*

<b>AVQI</b>				
Condición	Media	DT	U	P
Sin mascarilla	0.968	0.7842590		
Con mascarilla	0.796	0.7246179	43.5	0.65

*Nota.* Esta tabla muestra las medias y desviaciones típicas, así como los resultados obtenidos en la U de Mann Whitney para el AVQI.

A continuación, se muestra la tabla 2 correspondiente a cada uno de los parámetros que conforman el AVQI para comprobar si existen diferencias significativas en alguno de ellos ya que en su globalidad no se obtuvieron diferencias.

Los resultados obtenidos en los parámetros temporales, espectrales y cepstrales tampoco muestran diferencias significativas en cuanto al uso de las mascarillas, ya que ( $p > 0.05$ ) en todas las comparaciones, por lo tanto, no se rechaza la  $H_0$ .

**Tabla 2.**

*Resultados de los parámetros AVQI.*

	<b>Sin mascarilla</b>	<b>Con mascarilla</b>	<b>U</b>	<b>P</b>
	<b>M (DT)</b>	<b>M (DT)</b>		
CPPS	15.160 (1.60)	15.277 (1.58)	55	0.7394
HNR	19.863 (1.96)	21.098 (1.92)	68	0.1903
Shimmer local	4.009 (1.50)	3.654 (1.00)	47	0.8501
Slope of LTAS	-18.175 (2.70)	-18.166 (2.75)	47	0.8534
Tilt of trendline thought LTAS	-12.247 (0.48)	-12.476 (0.55)	38	0.3843

*Nota.* Esta tabla muestra las medias y desviaciones típicas, así como los resultados obtenidos en la U de Mann Whitney para los parámetros del AVQI.

Y, por último, se calculó la medida SNR para probar la presencia o no de ruido en las grabaciones y correlacionar esto con las condiciones planteadas (Tabla 3). Igualmente, se obtuvo una  $p=0.7394$ , por lo tanto, no hay diferencias de ruido significativas en ambas muestras. Por otro lado, ya que se obtuvieron medias superiores a 30 dB en ambas condiciones, la calidad de las grabaciones empleadas es óptima para el análisis acústico (Delysky et al., 2005).

**Tabla 3.**

*Resultados SNR.*

SNR				
Condición	Media	DT	U	P
Sin mascarilla	47.670	9.650825		
Con mascarilla	46.017	7.443916	45	0.7394

*Nota.* Esta tabla muestra las medias y desviaciones típicas, así como los resultados obtenidos en la U de Mann Whitney para el SNR.

### Discusión

El objetivo de este estudio fue estudiar los efectos de la mascarilla quirúrgica en los valores del AVQI v.03.01, al igual que se plantearon objetivos específicos en esta investigación. Estos se centran en estudiar los efectos de la mascarilla en cada uno de los parámetros acústicos que forman parte del AVQI v.03.01 por separado. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se puede concluir en líneas generales, que no existen diferencias significativas tanto en el AVQI v.03.01 como en los parámetros cepstrales, espectrales y temporales que lo componen.

En relación con el nivel de inteligibilidad del habla con diferentes tipos de mascarilla, Randazzo, Koenig y Prierer (2020), encontraron que las mascarillas quirúrgicas y las de tela mostraron efectos mínimos similares en la inteligibilidad del habla a diferencia de las mascarillas N95 que sí mostraron una mayor atenuación del sonido. Además, este estudio se llevó a cabo con 4 participantes hablantes nativos del inglés que se encargaron de emitir las oraciones con cada una de las mascarillas, usando

el software Praat para evaluar la presencia de ruido en dichas grabaciones. Posteriormente, se reclutó una muestra de 41 sujetos cuya tarea fue medir la inteligibilidad a través del porcentaje de palabras completas percibidas correctamente. Esto se puede relacionar con los resultados obtenidos en este estudio, ya que a pesar de estar centrado sólo en las mascarillas quirúrgicas y haber utilizado un método diferente para el estudio, también se pudo corroborar la poca afectación de los valores del AVQI, que es un índice donde se utiliza, entre otros, un análisis de una muestra de habla continua que es sensible a cambios de la inteligibilidad del habla.

En el estudio realizado por Maryn et al., (2021) se estudió las mismas mascarillas anteriormente nombradas añadiendo un nuevo tipo: las mascarillas de plástico transparente, en este caso utilizaron el software Praat para la medición de 26 variables acústicas, entre ellas el AVQI. Al igual que en el estudio anterior las mascarillas N95 y las transparentes mostraron mayor problemática en los marcadores acústicos de la voz y las propiedades del sonido del habla al contrario que las mascarillas quirúrgicas. Cabe resaltar que esta investigación se asemeja al estudio presente. El método solo difiere en el número de participantes y el procesador del habla que se utiliza. En este trabajo de Maryn et al. (2012) no son personas reales sino una máquina (modelo VESPA) ya que en el momento que se realizó este estudio no estaban disponibles las vacunas contra el COVID-19.

Otra investigación realizada por Magee et al. (2020) combina los dos métodos anteriormente explicados: la inteligibilidad del habla (en mascarillas N95, de tela y quirúrgicas) en función de la percepción del número de palabras por oración y las características en 4 sujetos en las 4 condiciones a través del software Praat. Como resultado se obtuvo que todos los tipos de mascarillas estudiados cambian la señal acústica de habla pero algunas características específicas del habla no se ven afectadas en gran medida, concretamente las medidas de la calidad de voz; medidas que han sido analizadas en este estudio y que no se han visto alteradas, con lo cual se corroboran los resultados obtenidos en la investigación, es decir, no se producen efectos significativos en la calidad vocal con el uso de las mascarillas quirúrgicas.

En el estudio de Fiorella et al. (2021) se analizaron las voces de 60 personas quienes emitieron una vocal sostenida /a/. En el presente estudio también se utilizó una /a/ sostenida concatenada con la lectura de tres oraciones fonéticamente balanceadas; ya que en esta exploración se estudió el AVQI. Los parámetros que coinciden con el estudio de Fiorella et al. (2021) son el Shimmer y HNR, obteniendo como resultados que no hay

ninguna diferencia significativa en el uso de la mascarilla quirúrgica, al igual que esta investigación.

También se pueden sacar conclusiones a partir de la observación de cada uno de los parámetros estudiados.

El CPPS expresa la tasa de cambio de las bandas frecuenciales del espectro, en este caso no se encontraron diferencias significativas al igual que en el resto de los parámetros. En el supuesto caso de que sí se obtuviesen diferencias en este parámetro se obtendría una disminución de este parámetro. A medida que se incrementa la severidad de las alteraciones, en este caso la mascarilla, disminuye este parámetro (Delgado-Hernández et al., 2017; Maryn et al., 2009).

La Relación armónico-ruido (HNR) es la medida que cuantifica la cantidad de ruido aditivo en la señal de voz (Delgado-Hernández et al., 2017). En el caso de obtener alteraciones en este parámetro hubiese implicado una mayor proporción de ruido aditivo en la voz atribuido por la presencia de la mascarilla.

El Shimmer (en porcentaje y absoluto) mide la perturbación de la amplitud ciclo a ciclo y está condicionada a la amplitud de la vibración de las cuerdas vocales y la presión subglótica (Cobeta y Núñez, 2013). Ya que se está hablando de un parámetro que mide la intensidad, en el caso de que apareciese alterado podría corresponderse a un soporte respiratorio inadecuado en el caso de las disfonías (Cobeta y Núñez, 2013); sin embargo, en el caso de esta exploración esa falta de intensidad podría estar correlacionado con el uso de la mascarilla.

El LTAS está relacionado con el esfuerzo vocal (Delgado-Hernández et al., 2017), este se divide en: LTASslope, corresponde al grado de inclinación de la línea de regresión desde armónicos graves a agudos, y Tilt of LTAS, es el cociente entre la cantidad de energía que existe en los armónicos graves respecto a la existente en los agudos (Bermúdez y Martínez, 2017). En el caso de obtener resultados alterados se pueden relacionar con dos supuestos: la presencia de un mayor esfuerzo vocal teniendo una voz pobre en elementos armónicos de alta frecuencia (por encima de los 1000 Hz) (Delgado-Hernández et al., 2017) y un segundo supuesto asociado a un esfuerzo vocal menor generando escasa presión subglótica y una mala aducción de las cuerdas vocales, dando lugar a una pobreza armónica en el espectro, en particular valores que van más allá de los 1000 Hz (Delgado-Hernández et al., 2017), todo esto relacionado con las disfonías; no obstante, si se hubiesen obtenido valores significativos sería atribuible a un mayor esfuerzo vocal provocado por las mascarillas quirúrgicas.

Es importante señalar la precisión diagnóstica del AVQI, ya que este ha sido el índice multivariado utilizado en este estudio. La validación de dicho índice está respaldada por varias investigaciones y estudios en diferentes idiomas, puesto que dependiendo del idioma éste puede variar.

La validación del AVQI se ha realizado a través de la misma metodología en la bibliografía presente (Barsties et al., 2020; Delgado-Hernández et al., 2018; Englert et al., 2020; Fantini et al., 2021; Hosokawa et al., 2019; Kim et al., 2019; Pommée et al., 2020), a grosso modo, dicha metodología se divide en dos fases: una primera que se llevó a cabo para examinar cuántas sílabas deberían incluirse en el texto que se va a leer como muestra de habla continuada, para lograr longitudes de tiempo igualmente equilibradas del análisis de la muestra de habla continuada y de la muestra de la vocal sostenida; la segunda fase se llevó a cabo para concretar la validez y la precisión diagnóstica del AVQI. Para esta segunda fase se utilizó la escala GRABS la cual se pasó a la muestra por unos evaluadores especializados, el uso de dicha escala ayudó a facilitar el procedimiento de calificación y aumentar la credibilidad del evaluador; también se utilizó el AVQI con la misma muestra de sujetos, tras esto se analizó estadísticamente los resultados obtenidos en la escala GRABS y el AVQI (Maryn et al., 2014).

En la investigación de Fantini et al. (2021) se obtuvo una excelente precisión diagnóstica en el habla italiana, como lo demuestra el análisis de la curva ROC, que reveló un AUC (*Area Under Curve*) de 0.923. Se encontraron resultados similares para otros idiomas como el holandés (AUC = 0.923), el japonés (AUC = 0.915), el español (AUC = 0.905), el alemán (AUC = 0.900), el coreano (AUC = 0.955) y el portugués brasileño (AUC = 0.904). El estudio de validación del idioma francés informó de una precisión diagnóstica más baja (AUC = 0.788) aunque se informó en este estudio de problemas metodológicos.

### **Conclusiones**

A través de toda la bibliografía anteriormente mencionada, se puede concluir que el AVQI es una herramienta eficaz en la medida de la calidad vocal debido a su gran precisión diagnóstica. El análisis del AVQI en relación con las dos condiciones (con y sin mascarilla) demuestra que la calidad vocal no se ve afectada significativamente por el uso de la mascarilla quirúrgica.

### **Limitaciones**

Esta investigación ha estado centrada en torno a las mascarillas quirúrgicas, sin tener en cuenta el resto de las mascarillas existentes, por lo que sería recomendable ampliar el estudio e incluirlas dentro de este como nuevas condiciones. En relación con la muestra, cabe destacar que sería ideal enfocar el estudio a sujetos que sí presentan alguna patología del habla y ver cómo afecta el uso de la mascarilla en estos, ya que esta población es la que realmente acude a la consulta de los otorrinos y los logopedas.

## Referencias bibliográficas

- Alonso, J., Ferrer, M., Leon, J.D., y Travieso, C.M. (2006). Cuantificación de la calidad de la voz para su evaluación clínica por medio del análisis acústico. *IV Jornadas en Tecnología del Habla*, 203-208.
- Barsties, B., y Maryn, Y. (2016). External Validation of the Acoustic Voice Quality Index Version 03.01 With Extended Representativity. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology*, 125(7), 571–583. <https://doi.org/10.1177/0003489416636131>
- Barsties V. Latoszek, B., Lehnert, y Janotte. (2020). Validation of the Acoustic Voice Quality Index Version 03.01 and Acoustic Breathiness Index in German. *Journal of Voice*, 34(1), 157.e17-157.e25.
- Bermúdez de Alvear, R. M., Martínez Arquero, G., Gálvez Ruíz, P., y Sánchez Ruíz, I. (2017). *Valoración del AVQI (Acoustic Voice Quality Index) como medida de la severidad de la disfonía en castellano*. XXIII Congreso Nacional de la SOMEF (Sociedad Médica Española de Foniatria). Gijón.
- Boersma, P., y Weenink, D. (2020). *Praat: Doing phonetics by computer* [programa informático, versión 6.1.12]. [http:// www.praat.org/](http://www.praat.org/).
- Cobeta, I., y Núñez, F. (2013). Análisis de la señal acústica. En I. Cobeta, F. Núñez y S. Fernández (Eds.). *Patología de la voz* (pp. 188-198). Barcelona: Marge Médica Books.
- Delgado, J., León, N. M., Jiménez, A., e Izquierdo, L. M. (2017). Análisis acústico de la voz: medidas temporales, espectrales y cepstrales en la voz normal con el Praat en una muestra de hablantes de español. *Revista de Investigación en Logopedia*, 7(2), 108–127.
- Delgado - Hernández, J., León-Gómez, N. M., Jiménez, A., Izquierdo, L. M., y Latoszek, B. V. (2018). Validation of the Acoustic Voice Quality Index Version 03.01 and the Acoustic Breathiness Index in the Spanish language. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology*, 127(5), 317–326. <https://doi.org/10.1177/0003489418761096>
- Delgado-Hernández, J., León-Gómez, N. M., Izquierdo-Arteaga, L. M., y Llanos-Fumero, Y. (2018). Análisis cepstral de la voz normal y patológica en adultos españoles. Medida de la prominencia del pico cepstral suavizado en vocales sostenidas versus habla conectada. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 69, 134–140. <https://doi.org/10.1016/j.otorri.2017.05.006>

- Deliyski, D. D., Shaw, H. S., y Evans, M. K. (2005). Adverse effects of environmental noise on acoustic voice quality measurements. *Journal of Voice*, 19(1), 15–28. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2004.07.003>
- Englert, M., Lima, L., Constantini, A., Latoszek, B., Maryn, Y., y Behlau, M. (2019). Acoustic Voice Quality Index - AVQI for brazilian portuguese speakers: Analysis of different speech material. *CoDAS*, 31(1), E20180082.
- Englert, M., Lima, L., y Behlau, M. (2020). Acoustic Voice Quality Index and Acoustic Breathiness Index: Analysis With Different Speech Material in the Brazilian Portuguese. *Journal of Voice*, 34(5), 810.e11-810.e17.
- Englert, M., Barsties V. Latoszek, B., Maryn, Y., y Behlau, M. (2021). Validation of the Acoustic Voice Quality Index, Version 03.01, to the Brazilian Portuguese Language. *Journal of Voice*, 35(1), 160.e15-160.e21.
- Fantini, M., Maccarini, A. R., Firino, A., Gallia, M., Carlino, V., Gorris, C., Bisetti, M.S., Crosetti, E., y Succo, G. (2021). Validation of the Acoustic Voice Quality Index (AVQI) Version 03.01 in Italian. *Journal of Voice*.
- Fiorella, M., Cavallaro, G., Di Nicola, V., y Quaranta, N. (2021). Voice Differences When Wearing and Not Wearing a Surgical Mask., *Journal of Voice*.
- Hernández, J. D., Gómez, N. M. L., y Álvarez, A. J. (2019). Precisión diagnóstica del pico cepstral de mayor prominencia en el cepstrum suavizado (CPPS) en la detección de la disfonía en español. *Loquens: revista española de ciencias del habla*, 6, 2.
- Hochmuth, S., Brand, T., Zokoll, M. A., Castro, F. Z., Wardenga, N., y Kollmeier, B. (2012). A Spanish matrix sentence test for assessing speech reception thresholds in noise. *International Journal of Audiology*, 51, 536-544.
- Hosokawa, Kiyohito, Barsties V Latoszek, Ben, Iwahashi, Toshihiko, Iwahashi, Mio, Iwaki, Shinobu, Kato, Chieri, . . . Maryn, Youri. (2019). The Acoustic Voice Quality Index Version 03.01 for the Japanese-speaking Population. *Journal of Voice*, 33(1), 125.e1-125.e12.
- Kim, G., Lee, Y., Bae, I., Park, H., Wang, S., y Kwon, S. (2019). Validation of the Acoustic Voice Quality Index in the Korean Language. *Journal of Voice*, 33(6), 948.e1-948.e9.
- Lee, J., Roy, N., Peterson, E., y Merrill, R. (2018). Comparison of Two Multiparameter Acoustic Indices of Dysphonia Severity: The Acoustic Voice Quality Index and Cepstral Spectral Index of Dysphonia. *Journal of Voice*, 32(4), 515.e1-515.e13.

- López, G. I. y Pita, Fernández, S. (1998). Curvas ROC. *Cuadernos de atención primaria*, 5(4), 229-235.
- Lozano-Sánchez, F. (2021). Una aportación al origen de las mascarillas. *Revista de Medicina y Cine*, 17(2), 155-159.  
<https://dx.doi.org/10.14201/rmc2020172155159>
- Magee, M., Lewis, Noffs, Reece, Chan, Zaga, . . . Vogel. (2020). Effects of face masks on acoustic analysis and speech perception: Implications for peri-pandemic protocols. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 148(6), 3562-3568.
- Maryn, Y., Corthals, P., De Bodt, M., Van Cauwenberge, P., y Deliyski, D. (2009). Perturbation measures of voice: a comparative study between Multi-Dimensional Voice Program and Praat. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 61, 217-226.
- Maryn, Y., Bodt, M., Barsties, B., y Roy, N. (2014). The value of the Acoustic Voice Quality Index as a measure of dysphonia severity in subjects speaking different languages. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 29(1), 1609-1619.
- Maryn, Y., Wuyts, F., y Zarowski, A. (2021). Are Acoustic Markers of Voice and Speech Signals Affected by Nose-and-Mouth-Covering Respiratory Protective Masks? *Journal of Voice*. In press.
- Montaño-Luna, V., Miranda-Navales, M. (2020). Uso de mascarillas faciales como medida de prevención en el contexto de la pandemia por SARS-CoV-2. *Rev Mex Pediatr*. 87(5), 163-169.
- Perez-Garcia, I. C., y Santamaria-Gamboa, S. (2020). La otorrinolaringología y el riesgo de contraer el nuevo coronavirus humano COVID-19. *Acta de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 48(1), 103 – 106.  
<https://doi.org/10.37076/acorl.v48il.518>
- Pommée, T., Maryn, Y., Finck, C., y Morsomme, D. (2020). Validation of the Acoustic Voice Quality Index, Version 03.01, in French. *Journal of Voice*, 34(4), 646.e11-646.e26.
- Santos-Velázquez, T., Panizo-Bruzón, S., Díaz-Couso, Y., y Sánchez-Alonso, N. (2020). Conocimientos de estomatólogos sobre prevención y control de la COVID-19. *Revista Electrónica "Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta"*, 45(3).
- Randazzo, M., Koenig, L., y Priefer, R. (2020). The effect of face masks on the intelligibility of unpredictable sentences. *Proceedings of Meetings on Acoustics* 42, 032001.

R Core Team. (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.

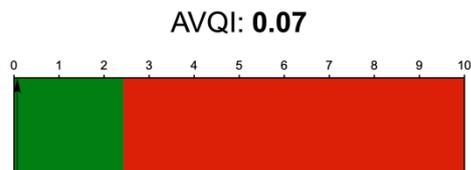
## Anexos

### Anexo 1.

*Usuarios con mascarilla.*

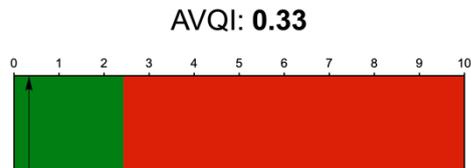
#### ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01

Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **17.15**  
Harmonics-to-noise ratio: **21.32 dB**  
Shimmer local: **2.52 %**  
Shimmer local dB: **0.41 dB**  
Slope of LTAS: **-17.82 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-11.61 dB**



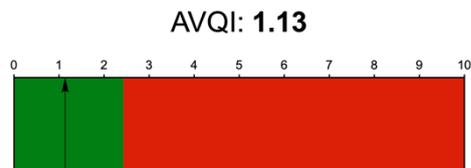
#### ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01

Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **15.62**  
Harmonics-to-noise ratio: **23.31 dB**  
Shimmer local: **3.90 %**  
Shimmer local dB: **0.41 dB**  
Slope of LTAS: **-16.20 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-13.01 dB**



#### ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01

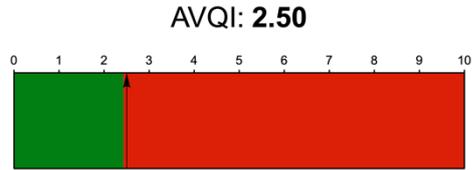
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **15.15**  
Harmonics-to-noise ratio: **17.53 dB**  
Shimmer local: **5.87 %**  
Shimmer local dB: **0.64 dB**  
Slope of LTAS: **-20.28 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-12.40 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

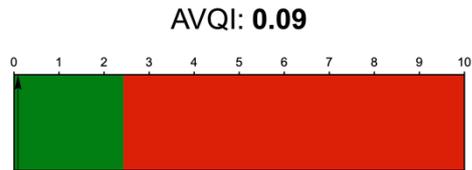
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **11.52**  
Harmonics-to-noise ratio: **19.71 dB**  
Shimmer local: **4.04 %**  
Shimmer local dB: **0.43 dB**  
Slope of LTAS: **-21.60 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-12.51 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

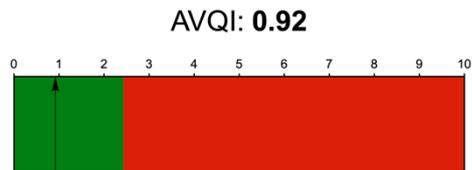
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **16.62**  
Harmonics-to-noise ratio: **19.15 dB**  
Shimmer local: **3.90 %**  
Shimmer local dB: **0.46 dB**  
Slope of LTAS: **-16.74 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-12.78 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

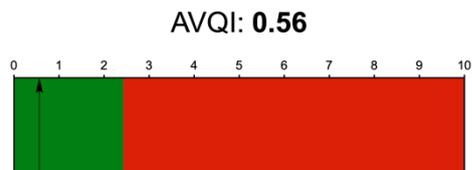
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **14.84**  
Harmonics-to-noise ratio: **21.85 dB**  
Shimmer local: **2.71 %**  
Shimmer local dB: **0.41 dB**  
Slope of LTAS: **-20.60 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-12.43 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

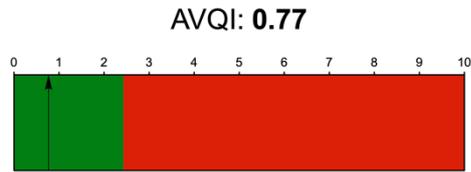
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **16.07**  
Harmonics-to-noise ratio: **24.08 dB**  
Shimmer local: **4.07 %**  
Shimmer local dB: **0.46 dB**  
Slope of LTAS: **-12.05 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-12.17 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

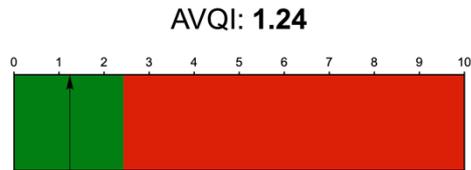
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **14.79**  
Harmonics-to-noise ratio: **21.27 dB**  
Shimmer local: **3.75 %**  
Shimmer local dB: **0.45 dB**  
Slope of LTAS: **-17.77 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-13.42 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

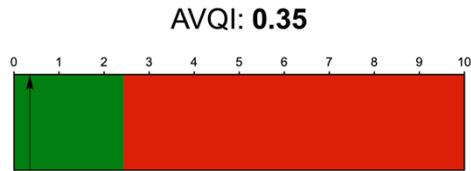
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **14.53**  
Harmonics-to-noise ratio: **21.66 dB**  
Shimmer local: **3.32 %**  
Shimmer local dB: **0.51 dB**  
Slope of LTAS: **-19.48 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-12.69 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **16.48**  
Harmonics-to-noise ratio: **21.10 dB**  
Shimmer local: **2.46 %**  
Shimmer local dB: **0.41 dB**  
Slope of LTAS: **-19.12 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-11.74 dB**



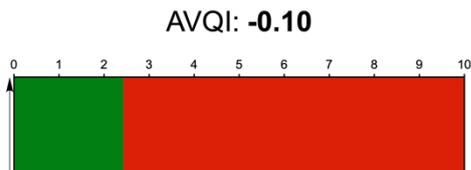
**Anexo 2.**

*Usuarios sin mascarilla.*

**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

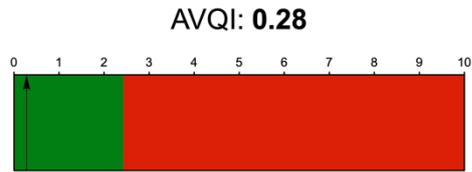
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **17.59**  
Harmonics-to-noise ratio: **19.08 dB**  
Shimmer local: **3.14 %**  
Shimmer local dB: **0.42 dB**  
Slope of LTAS: **-15.68 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-11.61 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

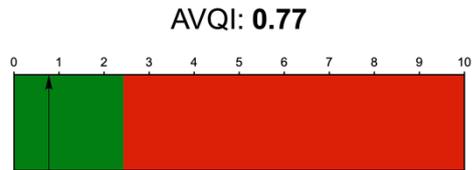
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **16.60**  
Harmonics-to-noise ratio: **22.80 dB**  
Shimmer local: **3.87 %**  
Shimmer local dB: **0.44 dB**  
Slope of LTAS: **-14.05 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-11.99 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

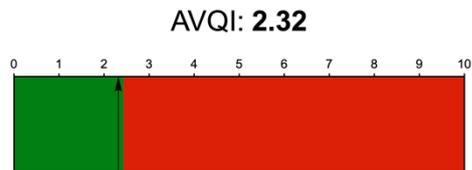
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **15.83**  
Harmonics-to-noise ratio: **17.52 dB**  
Shimmer local: **5.06 %**  
Shimmer local dB: **0.60 dB**  
Slope of LTAS: **-20.07 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-12.43 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

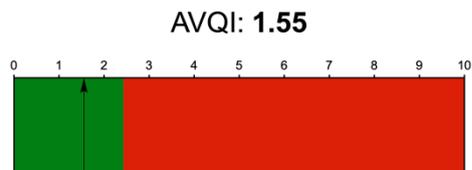
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **12.41**  
Harmonics-to-noise ratio: **19.28 dB**  
Shimmer local: **4.09 %**  
Shimmer local dB: **0.42 dB**  
Slope of LTAS: **-17.92 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-11.86 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

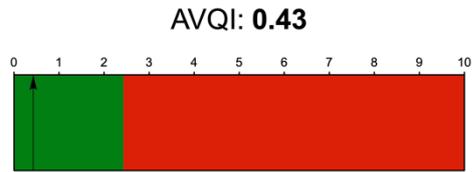
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **13.76**  
Harmonics-to-noise ratio: **17.02 dB**  
Shimmer local: **7.49 %**  
Shimmer local dB: **0.64 dB**  
Slope of LTAS: **-22.82 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-12.65 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

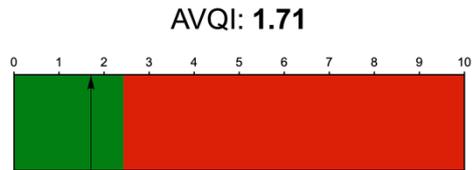
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **15.75**  
Harmonics-to-noise ratio: **21.40 dB**  
Shimmer local: **3.54 %**  
Shimmer local dB: **0.45 dB**  
Slope of LTAS: **-18.07 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-12.90 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

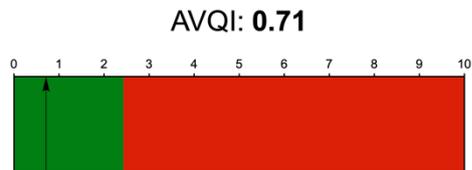
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **14.04**  
Harmonics-to-noise ratio: **22.71 dB**  
Shimmer local: **2.27 %**  
Shimmer local dB: **0.48 dB**  
Slope of LTAS: **-16.21 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-12.29 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

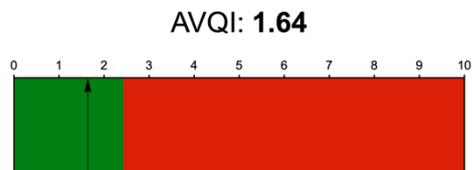
Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **14.78**  
Harmonics-to-noise ratio: **20.08 dB**  
Shimmer local: **3.67 %**  
Shimmer local dB: **0.39 dB**  
Slope of LTAS: **-21.45 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-12.75 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **14.14**  
Harmonics-to-noise ratio: **19.88 dB**  
Shimmer local: **4.59 %**  
Shimmer local dB: **0.59 dB**  
Slope of LTAS: **-18.82 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-12.49 dB**



**ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.03.01**

∞

Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): **16.70**  
Harmonics-to-noise ratio: **18.86 dB**  
Shimmer local: **2.37 %**  
Shimmer local dB: **0.39 dB**  
Slope of LTAS: **-16.66 dB**  
Tilt of trendline through LTAS: **-11.50 dB**

**AVQI: 0.37**

