



VALORACIÓN DEL AVQI (ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX) COMO MEDIDA DE LA SEVERIDAD DE LA DISFONÍA EN CASTELLANO

Prof. Dra. Rosa Bermúdez de Alvear. Universidad de Málaga

Dr. Ginés Martínez Arquero. Hospital Regional Universitario de Málaga

Prof. Pablo Gálvez Ruíz. Universidad de Málaga

Iván Sánchez Ruíz. Graduado en Logopedia. Universidad de Málaga



Introducción

Procesos básicos de exploración en patología vocal

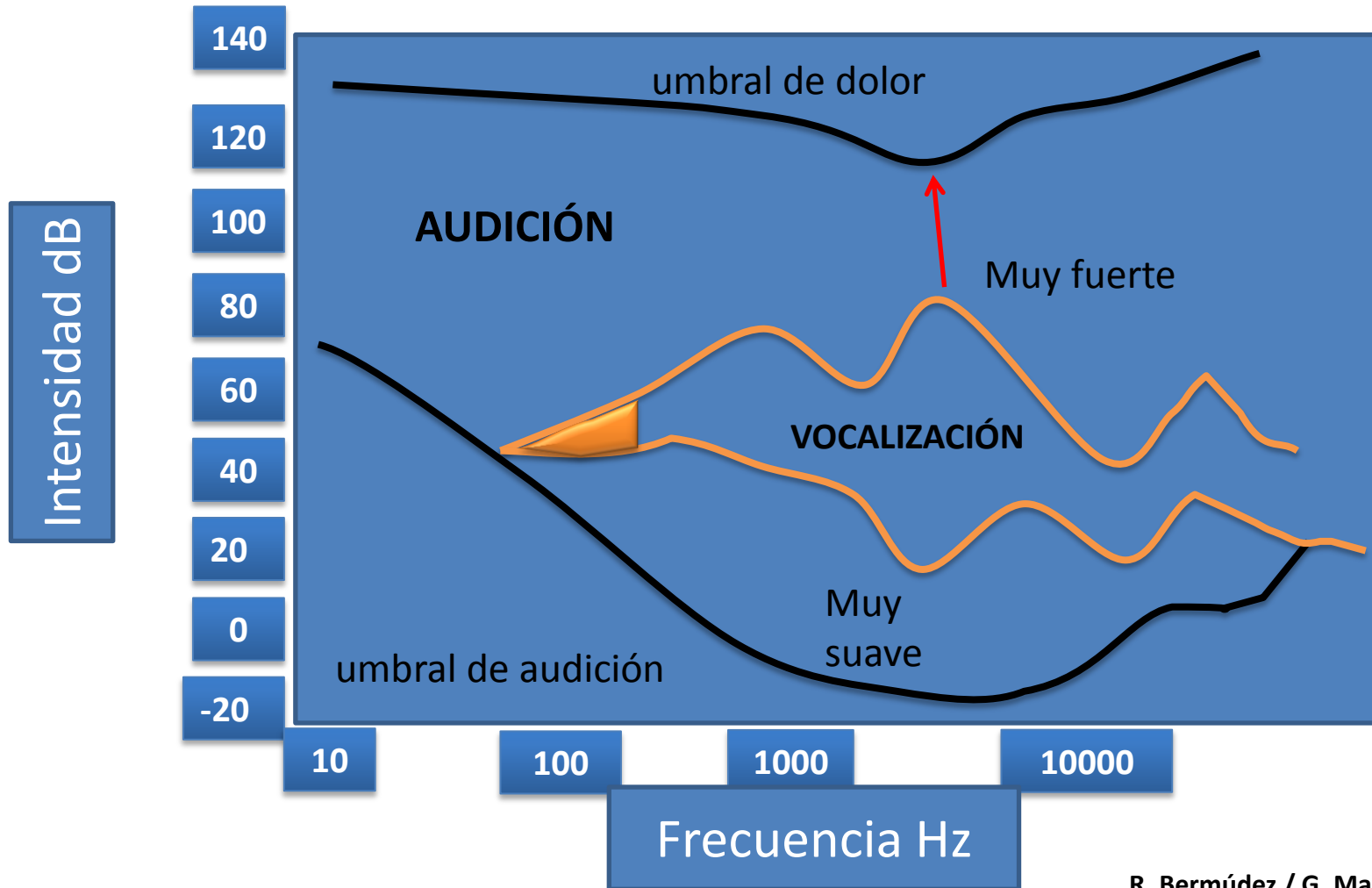
- 1. Examen de laringe y patrón ondulatorio**
- 2. Análisis de la calidad acústica de la voz**
- 3. Examen clínico de la eficiencia del acto fonatorio**
- 4. Encuestas sobre impacto psicosocial / calidad de vida**



Dejonckere PH, Bradley P, Clemente P, Cornut G, Crevier-Buchman L, Friedrich G, Van de Heyning P, Remacle M, Woisard V. *A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of phonosurgical treatment and evaluating new assessment techniques. Guideline elaborated by the Committee on Phoniatics of the European Laryngological Society (ELS).* Eur Arch Otorhinolaryngol 2001; 258: 77-82

La voz es fundamentalmente un fenómeno perceptual en respuesta a un fenómeno acústico (físico)

Shrivastav 2005

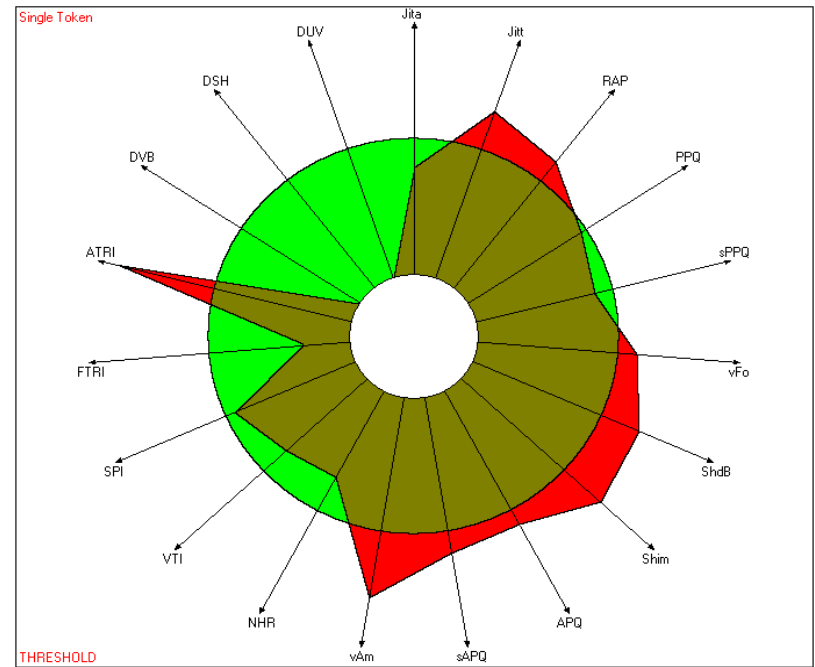


Calidad acústica de la voz

Análisis auditivo-perceptual



Análisis acústico-digitalizado



Análisis auditivo-perceptual

- **Discriminación auditiva de los rasgos acústicos del sonido laríngeo.**
Detección y baremación del grado de disfonía y de ruidos o perturbaciones de la voz.
- **Grado , rugosidad, componente aéreo, tensión, astenia, tono y volumen**
- **GRBAS** (Hirano, 1981) y **CAPE-V** (ASHA, 2002)
- **VENTAJAS:** accesibilidad, facilidad de uso, bajo coste, poco tiempo de aplicación, cualquier profesional puede manejarla tras un periodo de entrenamiento básico y no es un método invasivo.
- **INCONVENIENTES:**
 - Método subjetivo.
 - Sesgo por factores que dependen del evaluador, del contexto, de la tarea de evaluación en sí misma o por el tipo de muestra de voz. (Dejonckere 1993, Kreiman 1993, Oates 2009, Vaz Freitas 2015)

Análisis acústico digitalizado

- Usa algoritmos que identifican los límites **temporales** del ciclo glótico (*jitter , shimmer, HNR..*).
- A partir de la duración de cada periodo de cierre y apertura glótica, calculan las perturbaciones que aparecen de un ciclo a otro.
- **VENTAJA:**
 - Proporcionan variables de tipo objetivo.
- **INCONVENIENTES:**
 - *Jitter, shimmer, HNR* se correlacionan pobremente con el análisis perceptual .
 - Sólo puede emplearse para analizar emisiones de voz sostenidas en un tono y una intensidad constantes.
 - Con voz moderada o severamente disfónica, estas medidas no se podrán extraer con exactitud.
 - Poca sensibilidad para detectar los cambios mínimos en un tratamiento.

AVQI (Acoustic Voice Quality Index (Maryn et al., 2010)

Regresión lineal entre variables acústicas de tipo temporal (HNR y *shimmer*) y otros parámetros de tipo espectral o frecuencial (*cepstrum* y diferentes medidas LTAS), obteniéndose una única puntuación.

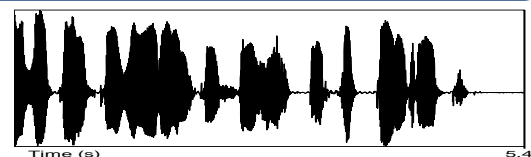
- Método objetivo.
- Consistente y fiable en diferentes idiomas.
- Se correlaciona razonablemente bien con la evaluación perceptual parámetro "G" (GRBAS).

➤ Obtenido a partir de dos tipos de muestras o señales acústicas.

Vocal sostenida /a/
(estable y controlada)



Lectura de un párrafo
(múltiples cambios)



CONCATENADAS

“Cierta día una liebre fanfarrona se burlaba de las feas manzanas y lentitud al caminar de una tortuga. Pero ésta, riéndose, le dijo:
-Puede que salgas rápido como un cañón, pero yo te ganaría en una competición.
Y la liebre, muy segura de que aquello era imposible, aceptó el reto”

Componentes del AVQI (Acoustic Voice Quality Index)

Smoothed cepstral peak prominence (CPPS):

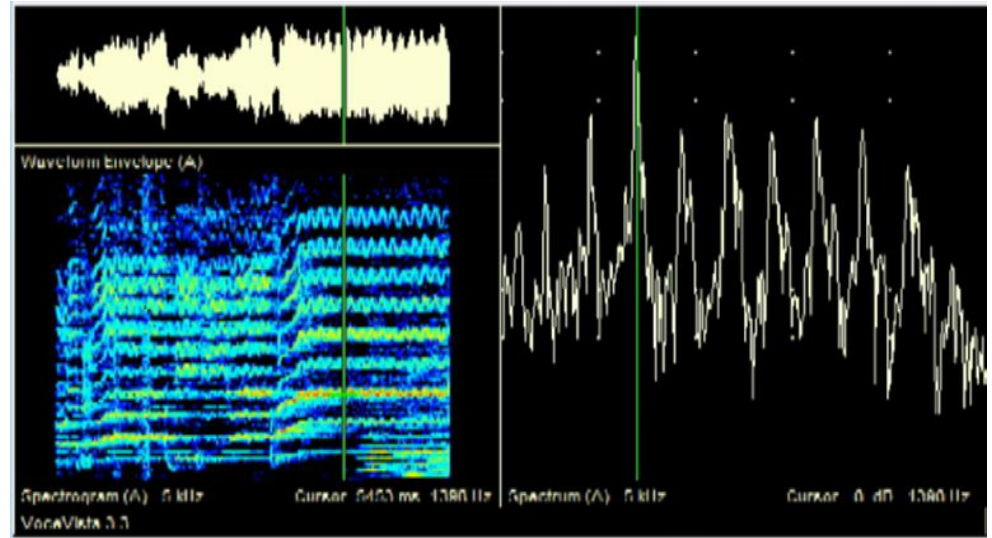
Harmonics-to-noise ratio (HNR)

Shimmer local per cent

Shimmer local dB

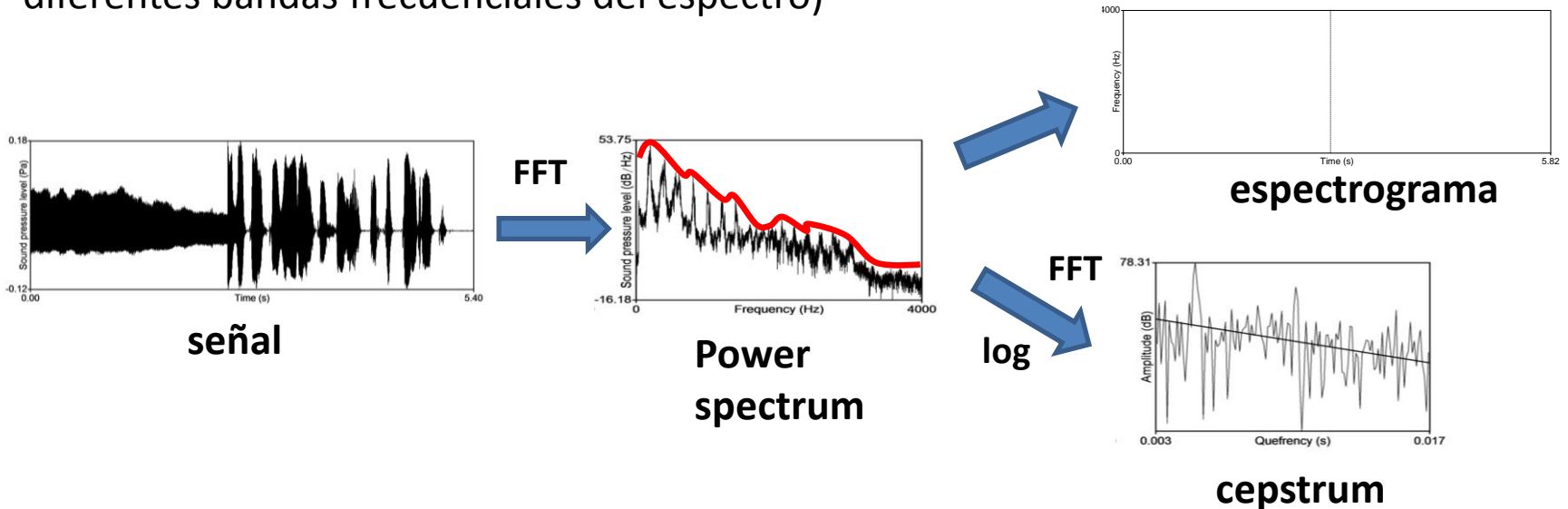
Slope of LTAS

Tilt of LTAS



Smoothed cepstral peak prominence (CPPS)

Variable obtenida del pico mas alto del Cepstrum (expresa la tasa de cambio de las diferentes bandas frecuenciales del espectro)



El análisis Cepstral es un método muy fiable para la extracción de la F_0 (la obtiene de los formantes) Noll, 1967

CPPS ha demostrado ser una potente herramienta para determinar la calidad de voz, tanto en vocales sostenidas como en habla continua. Hillenbrand et al, 1994

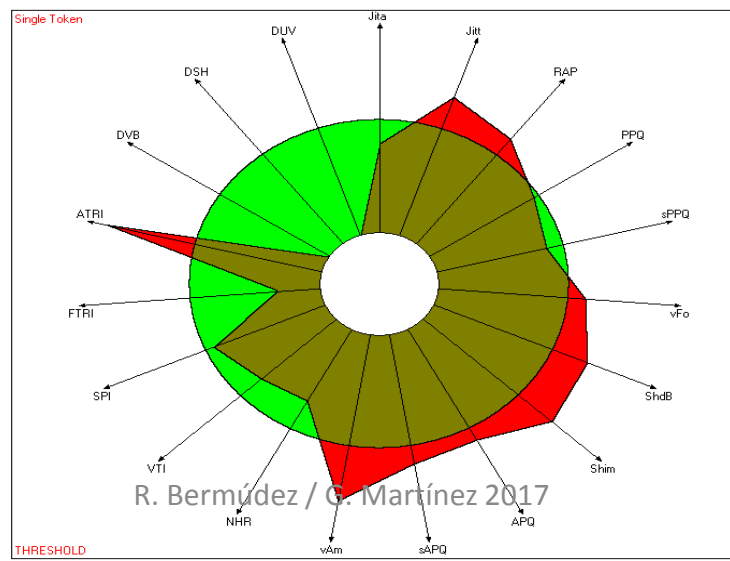
CPPS presenta una fuerte correlación con análisis perceptual en los parámetros G, B y R, incluso en señales extremadamente aperiódicas. Maryn et al 2009

Harmonics-to-noise ratio (HNR)

Mide la intensidad de la señal armónica (armónicos o sonidos periódicos) respecto a la intensidad del ruido (sonidos no armónicos, aperiodicos)

Shimmer local per cent / dB

Medidas de perturbación de la amplitud de la onda glótica a corto plazo (ciclo a ciclo)
Buena correlación perceptual con el parámetro R



LTAS (Long Term Average Spectrum)

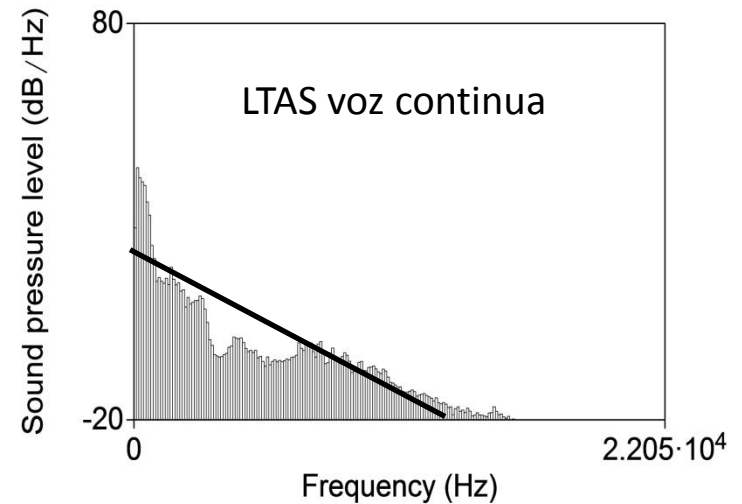
Algoritmo matemático que permite obtener un promedio de las frecuencias y ancho de banda de los formantes de una señal a lo largo del tiempo

Slope of LTAS

Grado de inclinación de la línea de regresión desde armónicos graves a agudos

Tilt of LTAS

Cociente entre la cantidad de energía (amplitud dB) que existe en los armónicos graves respecto a la existente en los agudos



Ambos parámetros son buenos indicadores del grado de tensión del cierre glótico
Buena correlación con análisis perceptual con los parámetros B y R

Correlación acústico / perceptual

AVQI

(CPPS):

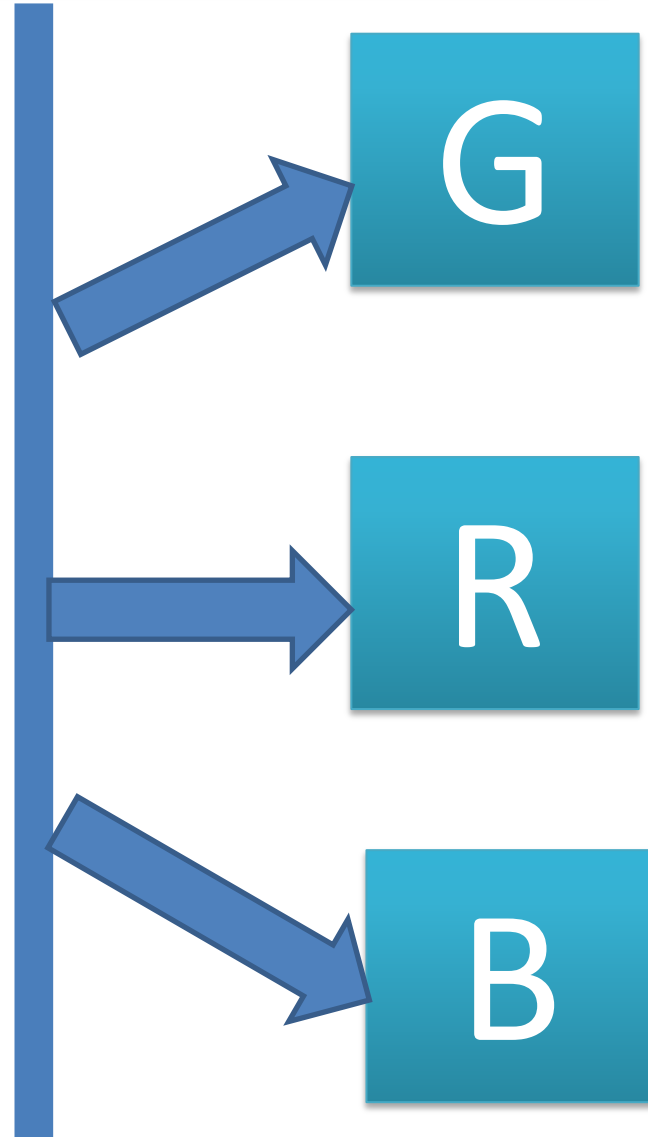
HNR

Shimmer local %

Shimmer local dB

Slope of LTAS

Tilt of LTAS



Objetivo

Estudiar la fiabilidad y la precisión diagnóstica del AVQI para diferenciar entre voces normales y disfónicas en lengua castellana

2. Método

PARTICIPANTES

Total: 61 sujetos

44 mujeres (media = 42.6 años, DT = 11.9)
17 hombres (media = 45.8 años, DT = 12.6)

GRUPO CONTROL

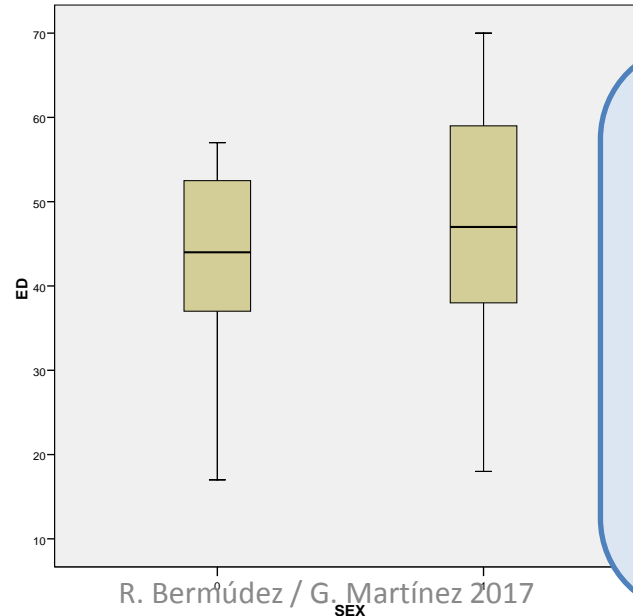
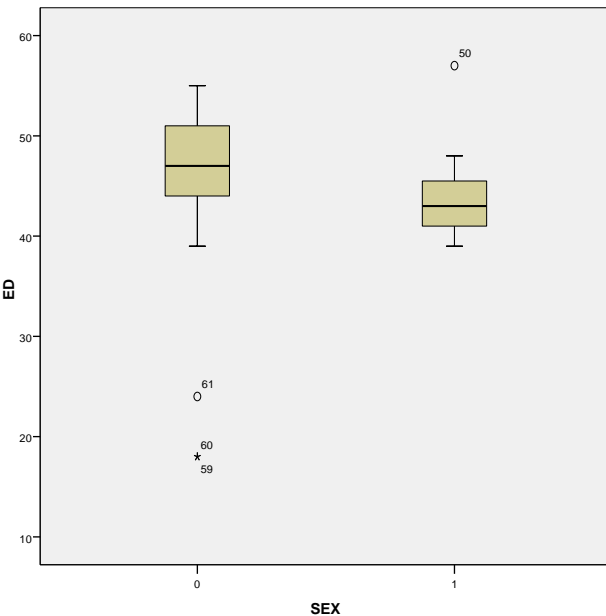
(N=24)

17 mujeres
7 hombres
(UMA)

GRUPO EXPERIMENTAL

(N=37)

27 mujeres
10 hombres
(HRU de Málaga)

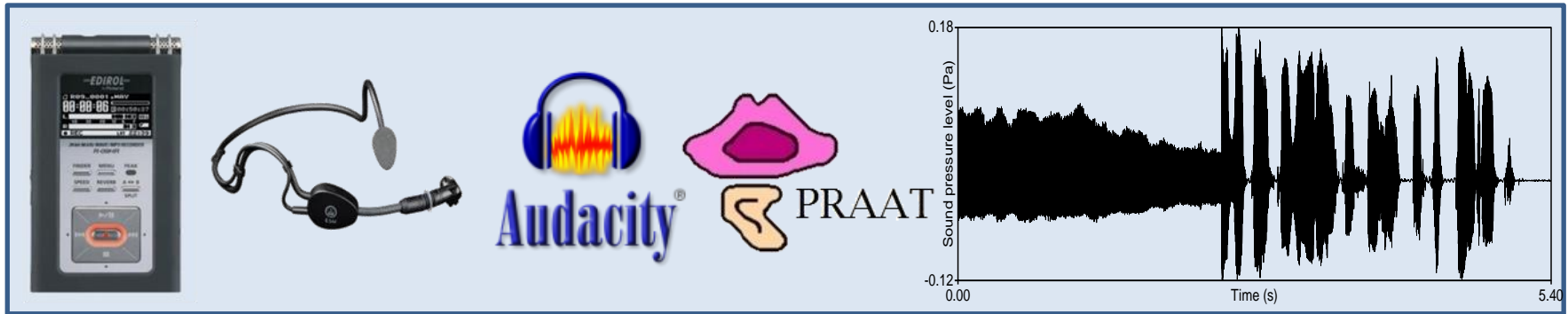


Diagnóstico:

- **86,5% (N = 32)** lesiones laríngeas funcionales secundarias al abuso y/o mal uso vocal.
- **10,8% (N = 4)** parálisis recurrencial.
- **2,7% (N = 1)** lesión tumoral.

PROCEDIMIENTO

➤ Grabaciones de voz.



➤ Evaluación perceptual.

➤ Cálculo del AVQI.

- Smoothed cepstral peak prominence (CPPS).
- “Harmonics-to-noise ratio” (HNR).
- “Shimmer” local en % y en dB.
- “Slope of LTAS”.
- “Tilt of LTAS”.

$$\text{AVQI} = 2,571 \times [3,295 - (0,111 \times \text{CPPS}) - (0,073 \times \text{HNR}) - (0,213 \times \text{SL}) + (2,789 \times \text{SLdB}) - (0,032 \times \text{Slope}) + (0,077 \times \text{Tilt})]$$

R. Bermúdez / G. Martínez 2017

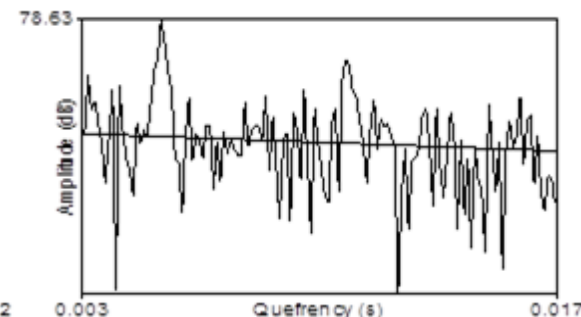
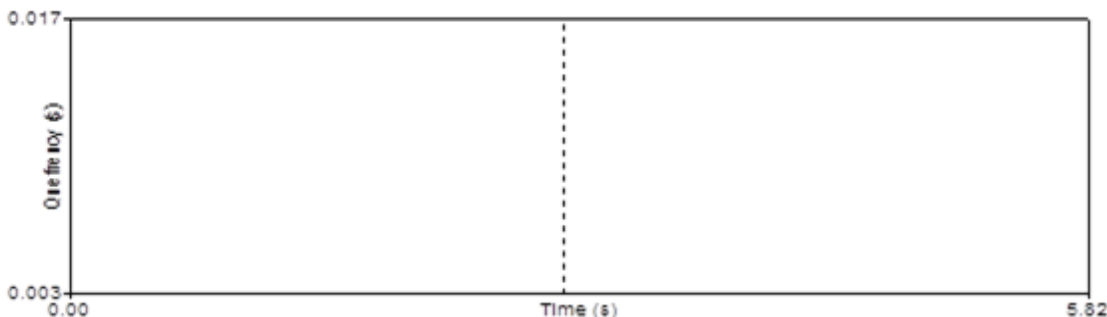
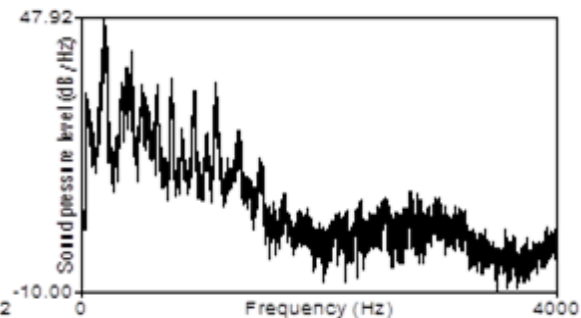
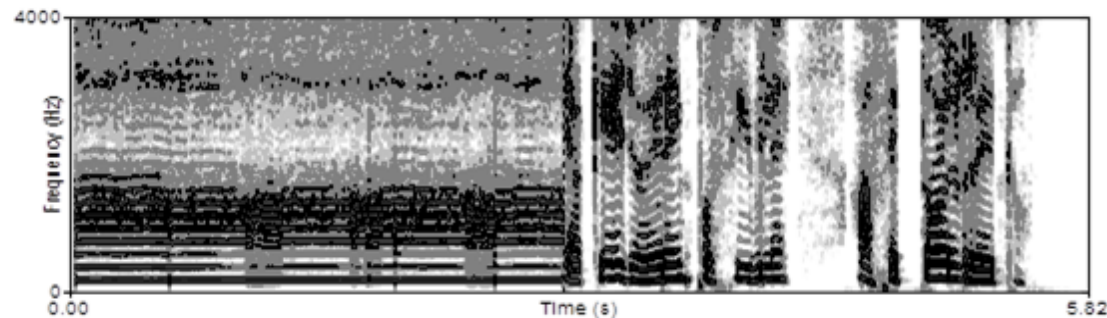
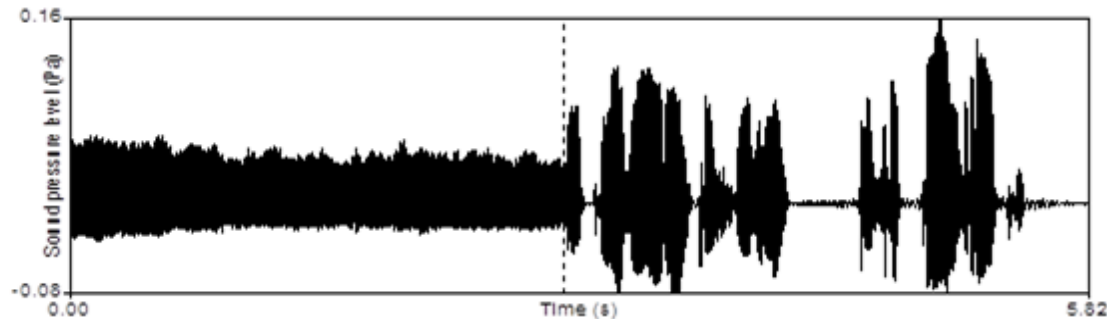
3 jueces

Sesión de
entrenamiento

G de la escala
“GRBAS” (Hirano,
1981).

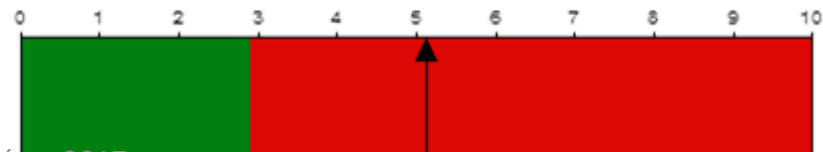
4 sesiones de
evaluación

ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX (AVQI) v.02.02



Smoothed cepstral peak prominence (CPPS): 9.28
Harmonics-to-noise ratio: 15.23 dB
Shimmer local: 6.80 %
Shimmer local dB: 0.64 dB
Slope of LTAS: -22.81 dB
Tilt of trendline through LTAS: -9.38 dB

AVQI: 5.13



➤ **Análisis estadístico.**

Intraclass Correlation Coefficient

- Concordancia intrajuez de la evaluación perceptual.
- Concordancia interjuez de la evaluación perceptual.

RHO Spearman

- Correlación del AVQI con la valoración perceptual de la severidad de la disfonía (G).
- Usando el promedio de la G de los tres evaluadores de todas las evaluaciones.

Curva ROC (Receiver Operating Characteristic)

- Traza un punto por cada punto de corte que representa la verdadera puntuación positiva (la sensibilidad) en la ordenada y la puntuación de falsos positivos (es decir, 1 - especificidad) en la abscisa.
- Evalúa la precisión diagnóstica del AVQI.

AROC (Área bajo la curva ROC)

- Capacidad discriminativa del test (la habilidad para distinguir pacientes sanos de enfermos).

Likelihood Ratio (LR) Cociente de Probabilidad

- Probabilidad de tener determinado resultado del test en la población con la enfermedad *versus* tener el mismo resultado en la población sin la enfermedad.

3. Resultados

ICC

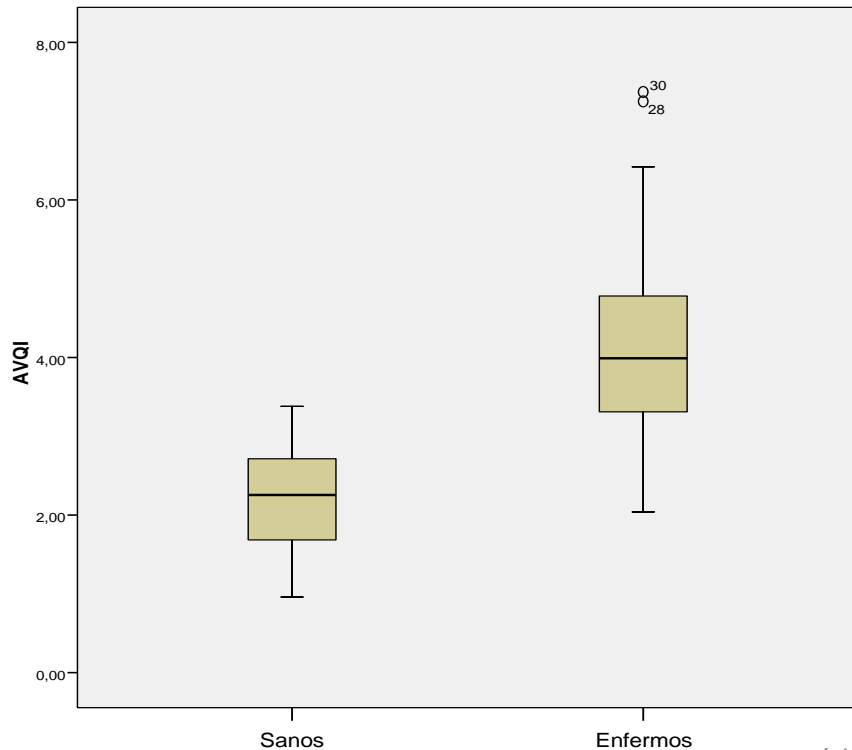
	Correlación	Intervalo de confianza al 95%		Significación
		Límite inferior	Límite superior	
Valor promedio Juez 1 (ICC1)	0,946	0,910	0,970	0,000
Valor promedio Juez 2 (ICC2)	0,962	0,938	0,979	0,000
Valor promedio Juez 3 (ICC3)	0,959	0,933	0,977	0,000
Valor promedio interjuez	0,986	0,979	0,992	0,000

Correlación entre el AVQI y el parámetro "G"

Correlación de Spearman

Rho= 0,849 (p= 0.000).

Ambas variables poseen una correlación muy buena.

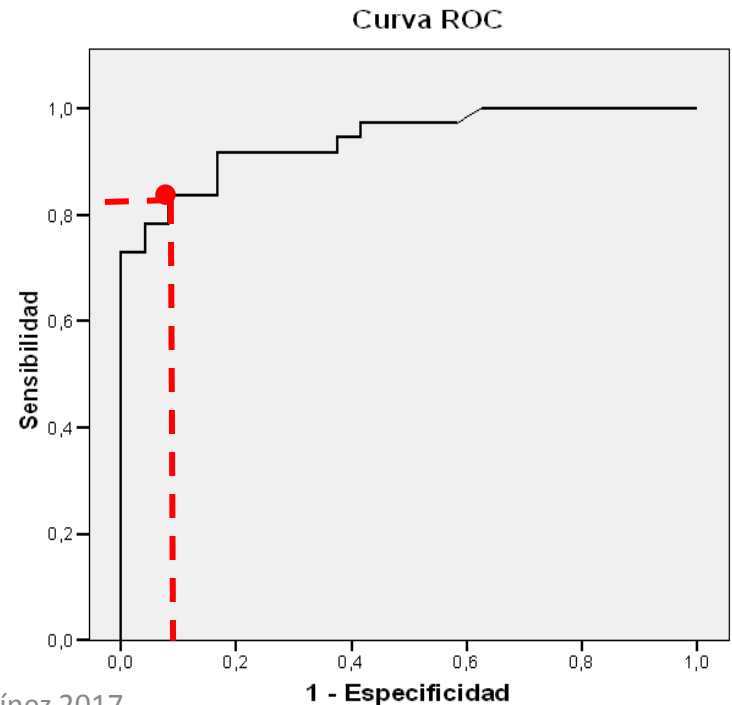


R. Bermúdez / G. Martínez 2017

Precisión diagnóstica del AVQI

Área bajo la curva (AROC) = 0,94

En el 94% de los casos el AVQI discrimina correctamente entre voces normales y patológicas.



Punto de corte AVQI español = 3,20

Sensibilidad = 0,838

Especificidad = 0,917

1-especificidad = 0,083



Cociente de probabilidad (LR)

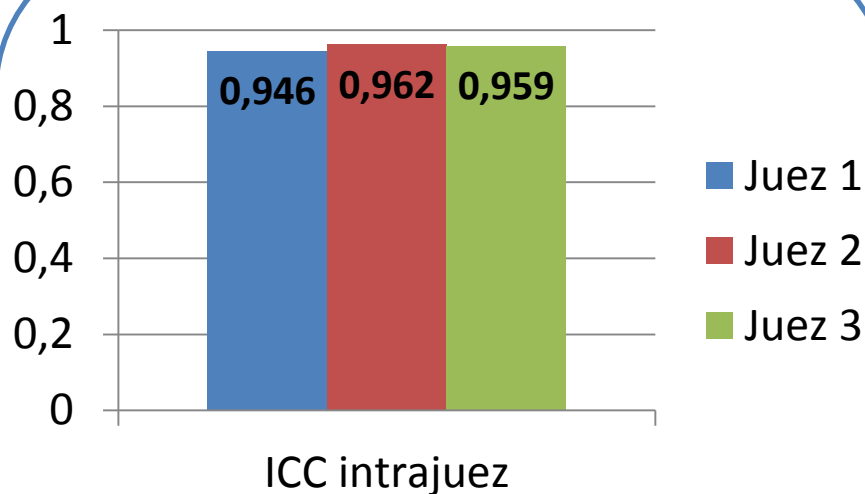
LR (+)= 10.10 (VN ≥ 10)

LR (-)= 0.10 (VN ≤ 0.1)

Positivo si es mayor o igual que(a)	Sensibilidad	1 - Especificidad			
-,0400	1,000	1,000	3,2450	,784	,083
1,1400	1,000	,958	3,2700	,784	,042
1,3300	1,000	,917	3,3000	,757	,042
1,4500	1,000	,875	3,3450	,730	,042
1,5800	1,000	,833	3,4150	,730	,000
1,6850	1,000	,750	3,4900	,703	,000
1,8600	1,000	,708	3,5650	,649	,000
1,9900	1,000	,667	3,6850	,622	,000
2,0350	1,000	,625	3,7850	,595	,000
2,1100	,973	,583	3,8550	,568	,000
2,1900	,973	,542	3,9300	,541	,000
2,2550	,973	,500	3,9700	,514	,000
2,3200	,973	,458	4,0050	,486	,000
2,3350	,973	,417	4,0300	,459	,000
2,3450	,946	,417	4,0750	,432	,000
2,3650	,946	,375	4,2250	,405	,000
2,3950	,919	,375	4,4050	,378	,000
2,5150	,919	,333	4,5100	,351	,000
2,6650	,919	,292	4,5800	,324	,000
2,7150	,919	,250	4,6450	,297	,000
2,7700	,919	,208	4,7300	,270	,000
2,8250	,919	,167	4,8900	,243	,000
2,9800	,892	,167	4,9000	,216	,000
3,1350	,865	,167	5,0650	,189	,000
3,1600	,838	,167	5,1650	,162	,000
3,1900	,838	,125	5,2100	,162	,000
3,2050	,838	,083	5,5450	,135	,000
3,2250	,811	,083	5,9550	,108	,000
			6,2300	,081	,000
			6,8350	,054	,000
			7,3100	,027	,000
			8,3700	,000	,000

4. Discusión

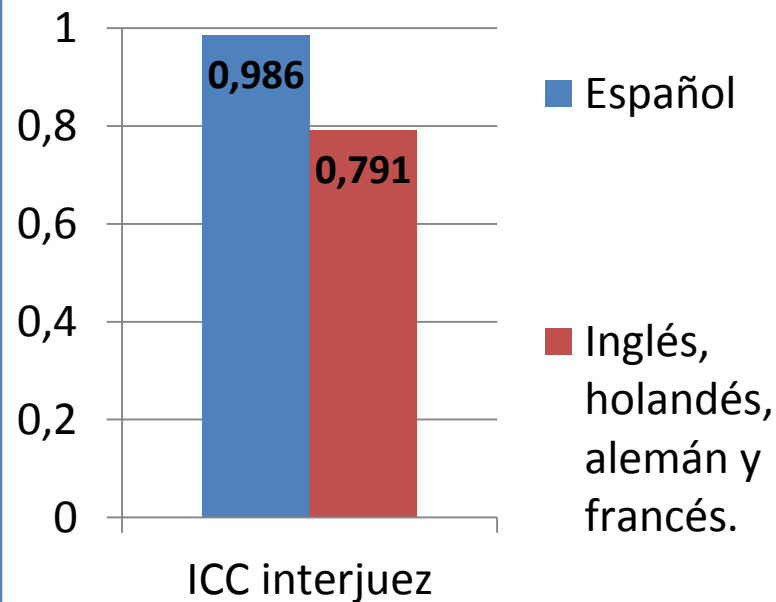
Concordancia intrajuez

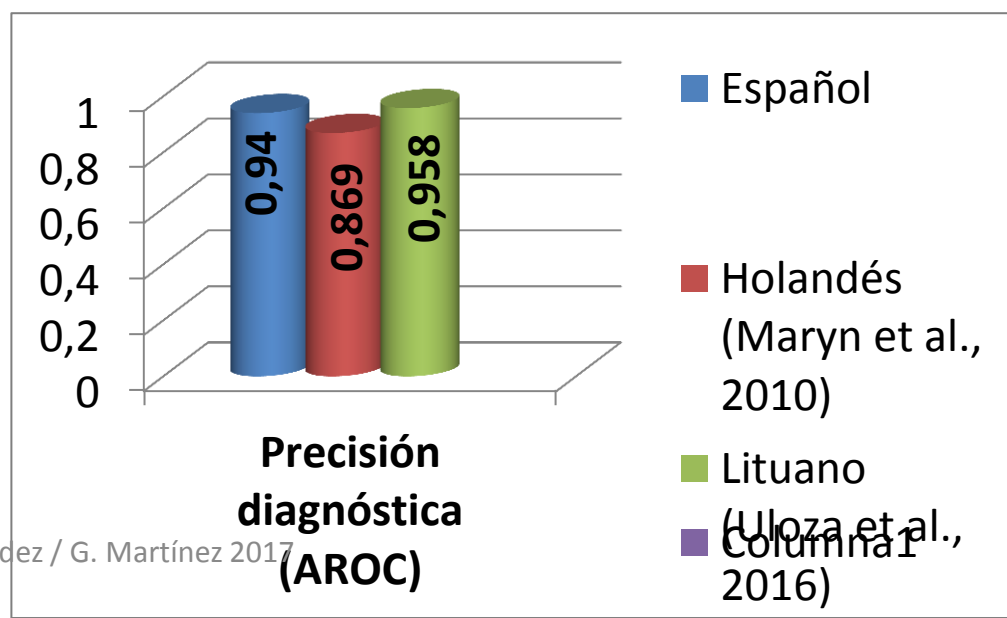
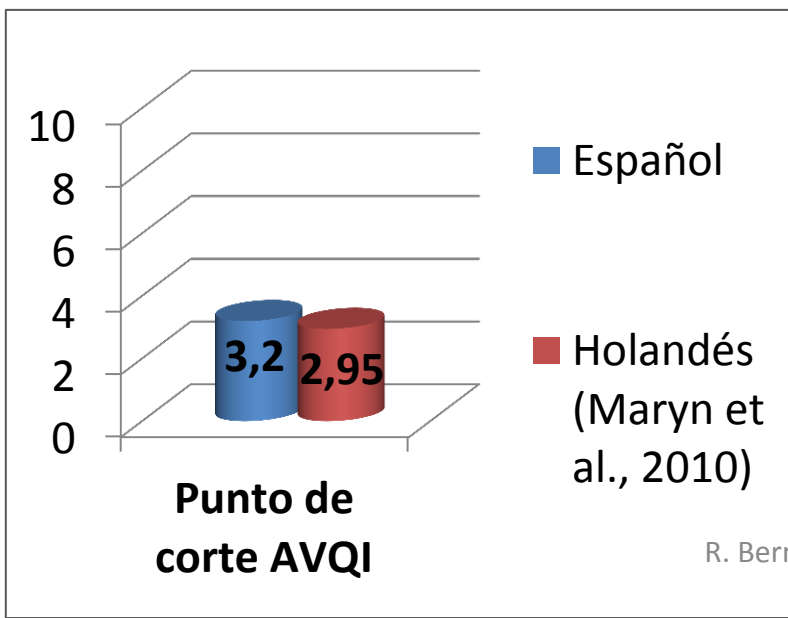
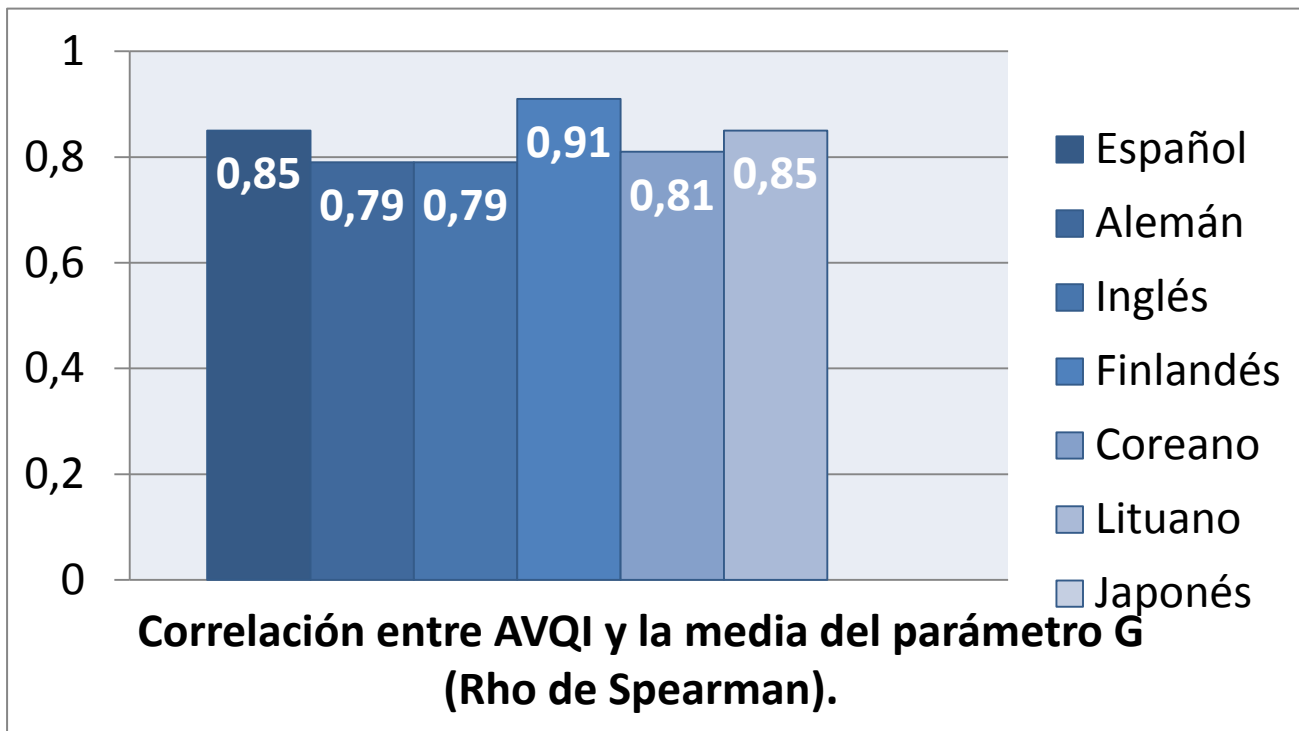


Inglés, holandés, alemán y francés
(Maryn et al., 2014)

↓
ICC intrajuez (media) = 0,847

Concordancia interjuez





5. Conclusión

AVQI
(Maryn et al.,
2010)



- Medida **fiable y valida** para evaluar la gravedad de la disfonía en personas de habla castellana.
- Posee **excelente precisión diagnóstica** para cuantificar el grado de disfonía.
- Presenta una **alta capacidad de discriminación** entre voces sanas y disfónicas.
- Ha demostrado una **excelente correlación con la evaluación perceptual**.

Líneas futuras de investigación:

- Incrementar el carácter multidimensional de la evaluación de la voz.
- Estudiar la correlación del AVQI y el impacto de la disfonía sobre la calidad de vida.
- Estudiar las posibles variaciones del AVQI en las diferentes poblaciones.

Gracias por su atención