

## VOT y VOT *ratio* en habla conectada de hispanohablantes con Enfermedad de Parkinson

Maryluz Camargo-Mendoza<sup>1,2</sup>, Nicolás Castillo-Triana<sup>1</sup> y Juan Rafael Orozco-Arroyave<sup>3,4</sup>

Recibido 8 de junio de 2022 / Primera revisión 12 de agosto de 2022 / Aceptado 10 de noviembre de 2022

**Resumen.** El *Voice Onset Time* (VOT) es una medida acústica que hace referencia a la diferencia entre el tiempo de la liberación de la oclusión y el inicio de la vibración de las cuerdas vocales en los sonidos oclusivos; el VOT *ratio* (VOTr), por su parte, se refiere a la relación entre el VOT y la duración de la sílaba que busca modelar el efecto de la velocidad del habla sobre el VOT. Ambas medidas han sido estudiadas en hablantes con Enfermedad de Parkinson (EP) en tareas de habla experimentales, pero existen pocos trabajos en personas con EP que sean hispanohablantes y en el contexto de habla conectada. En este estudio se investigó el comportamiento del VOT y VOTr en habla conectada en hispanohablantes colombianos con EP. Mediante el software Praat se calculó el VOT y VOTr de los sonidos /p, b, t, d, k, g/ en grabaciones tomadas del corpus PC-GITA que correspondían a 50 personas con EP y 50 sin EP pareadas por edad y sexo. Se encontró que, con algunas variaciones, el VOT y el VOTr en habla conectada se comportan de manera similar entre sí y respecto a otros contextos de análisis previamente estudiados; comparado con el grupo control, se hallaron diferencias en las personas con EP, pero estas solamente fueron significativas en el VOT y VOTr de /p/, que fue más largo para las mujeres con EP ( $p < .05$ ) así como en el VOT y VOTr de /d/ para ambos sexos con EP, pues fueron menores ( $p \leq .05$ ). Las diferencias relacionadas con el sexo solamente estuvieron entre hombres y mujeres con EP en el VOT de /p/, que fue más largo en las mujeres ( $p < .05$ ). Esta evidencia podría indicar que en español, en habla conectada, el VOT y el VOTr son igual de sensibles a los cambios en el VOT asociados a la EP y al parecer el sexo no tiene un efecto significativo sobre estas medidas.

**Palabras clave:** Enfermedad de Parkinson; habla; VOT.

### [en] VOT and VOT ratio in connected speech in spanish speakers with Parkinson's Disease

**Abstract.** The Voice Onset Time (VOT) is an acoustic measure that refers to the difference between the time of the release of the occlusion and the beginning of the vibration of the vocal cords in plosive sounds; the VOT ratio (VOTr), on the other hand, refers to the relationship between the VOT and the duration of the syllable that seeks to model the effect of the speech rate on the VOT. Both measures have been studied in speakers with Parkinson's Disease (PD) in experimental speech tasks, but there are few studies in people with PD who are Spanish speakers and in the context of connected speech. In this study, the behavior of VOT and VOTr in connected speech in Colombian Spanish speakers with PD was investigated. Using the Praat software, the VOT and VOTr of the sounds /p, b, t, d, k, g/ were calculated in recordings taken from the PC-GITA corpus corresponding to 50 people with PD and 50 without PD, matched by age and sex. It was found that, with some variations, the VOT and the VOTr in connected speech behave similarly to each other and with respect to VOT extracted from other speech stimuli previously studied; in contrast with people without PD, women with PD had a significant longer VOT with /p/ ( $p < 0.05$ ), and men and women had a shorter VOT and VOTr ( $p \leq 0.05$ ), differences related to sex were found just in VOT of /p/ in women with PD. This evidence could indicate that in Spanish speakers, in connected speech, both measures (VOT and VOTr) are equally sensitive to changes in VOT associated with PD and that sex influence could be dismissed in most of the plosive phonemes.

**Keywords:** Parkinson Disease; Speech; VOT.

**Sumario:** Introducción. Materiales y métodos. Estímulos. Selección de audios. Análisis acústico. Fiabilidad. Análisis estadístico. Resultados. Concordancia intra e interevaluador. Comparación del VOT entre grupos. Comparación del VOTr entre grupos. Diferencias según el sexo. Discusión. Conclusiones. Bibliografía.

**Cómo citar:** Camargo-Mendoza, M., Castillo-Triana, N. y Orozco-Arroyave, J. R. (2023). VOT y VOT *ratio* en habla conectada de hispanohablantes con Enfermedad de Parkinson. *Revista de Investigación en Logopedia* 13(1), e82428. <https://dx.doi.org/10.5209/rlog.82428>

<sup>1</sup> Departamento de Comunicación Humana, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Correspondencia: [mcamargom@unal.edu.co](mailto:mcamargom@unal.edu.co)

<sup>2</sup> Centro Universitario CIFE, Cuernavaca, México.

<sup>3</sup> Faculty of Engineering, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

<sup>4</sup> Pattern Recognition Lab, Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen-Nürnberg, Germany.

## Introducción

El *Voice Onset Time* (VOT) o tiempo de inicio de la sonoridad es una medida temporal que se define como el lapso entre la liberación de la oclusión o constricción oral y el comienzo de la vibración de las cuerdas vocales durante la producción de ciertos sonidos del habla como los oclusivos (Abramson y Whalen, 2017; Lisker y Abramson, 1964). Ocurre gracias a la separación y actividad coordinada de las estructuras anatómicas involucradas en el habla que realizan la oclusión (p. ej. lengua, labios o paladar) y la laringe que se encarga de la fonación (Swartz, 1992). En el español, se puede distinguir entre sonidos oclusivos sordos (/p/, /t/ y /k/) con un VOT positivo y sonidos oclusivos sonoros (/b/, /d/ y /g/) con un VOT negativo (Castañeda, 1986; Roldán y Soto-Barba, 1997).

Sobre el VOT se ha estudiado cómo influyen distintas variables como el sexo, el tipo de estímulo en el que se calcula (p. ej. sílaba aislada, palabra aislada, habla conectada), el punto articulatorio (bilabial, alveolar, velar), la altura vocálica de la vocal subsecuente (alta, media, baja) y la velocidad del habla. Así mismo, se ha investigado cómo se comporta en personas con desórdenes ya sean del lenguaje (Auzou et al., 2000; Kopkalliyavuz, Mavis y Akyildiz, 2011), de la audición (Khouw y Ciocca, 2007; Lane y Perrell, 2005) y del habla (Auzou et al., 2000; Bunton y Weismer, 2002; Kisomi et al., 2020), entre ellos la disartria asociada a la Enfermedad de Parkinson (EP).

El comportamiento del VOT según el sexo ha sido reportado por algunos autores con diferentes resultados; por ejemplo, Swartz (1992) mostró para inglés un valor promedio de VOT, en oraciones, más alto para las mujeres en los sonidos /t/ y /d/. También, Whiteside e Irving (1997) encontraron, para esta misma lengua, valores promedio más altos para las mujeres en los sonidos /p/, /t/, /k/, /b/, /d/ y /g/ en palabras aisladas. Sin embargo, en este estudio la diferencia fue significativa únicamente para /p/ y /d/ ( $p < 0,05$ ). Un año más tarde, Whiteside e Irving (1998) encontraron que las mujeres presentaban un valor promedio más alto que los hombres ( $p < 0,05$ ) para los oclusivos sordos /p/, /t/ y /k/ y que lo contrario sucedía con los oclusivos sonoros /b/, /d/ y /g/, en donde el promedio era más alto para los hombres, aunque sin alcanzar una diferencia estadísticamente significativa. Así mismo, Morris, McCrea y Hering (2008) estudiaron el comportamiento del VOT de los seis sonidos oclusivos de inglés en sílabas aisladas y hallaron valores promedio más altos para las mujeres en todos los sonidos, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa en ningún caso.

En conjunto, estos resultados muestran que hay cierta evidencia sobre una tendencia del VOT a ser mayor en las mujeres. No obstante, esta diferencia ligada al sexo no logra ser significativa en todos los sonidos y parece estar influenciada por el tipo de estímulo que se usa para su cálculo. Esto se suma a otros estudios que han encontrado que cuando el VOT se calcula en habla conectada es más largo para los sonidos oclusivos sordos que cuando se mide en sílabas aisladas y que, el VOT de los oclusivos sonoros es más largo en sílabas aisladas que en el habla conectada, independientemente del sexo (Baran, Laufer y Daniloff, 1977).

Con respecto a la influencia del punto articulatorio y la altura vocálica sobre el VOT de los sonidos oclusivos, Morris et al. (2008) encontraron que el VOT en inglés es más alto en los oclusivos alveolares y velares respecto al VOT de los oclusivos bilabiales que tienen un VOT promedio más corto. Además, encontraron que en las sílabas analizadas que contenían el sonido oclusivo seguido de /a/ el VOT es más corto respecto a aquellas sílabas que contienen el sonido oclusivo seguido de /i/ o /u/. Otros autores han encontrado resultados similares para el punto articulatorio (Theodore, Miller y DeSteno, 2009) y la altura vocálica (Klatt, 1975).

En relación con la velocidad del habla, se ha encontrado que existe una asociación inversa entre esta y el valor del VOT, es decir, a medida que la velocidad del habla es mayor, el VOT es más corto y viceversa (Oh, 2011); sin embargo, esta influencia no opera de forma uniforme y parece variar según cada hablante (Theodore et al., 2009).

También, se encuentran estudios que han comparado el VOT únicamente en personas con EP, como el estudio de Hoit, Solomon y Hixon (1993) en el que encontraron que el volumen pulmonar influye de forma directa en el VOT, pues en la mayoría de las personas estudiadas, cinco en total, a mayor volumen pulmonar registrado, se encontró un VOT más largo, medido en contexto de frases con la sílaba /pi/; o estudios que comparan personas con EP y las de un grupo control (GC). En estos últimos y de acuerdo con Fischer y Goberman (2010), se pueden identificar tres grandes grupos de estudios: aquellos en los que el VOT es mayor en las personas con EP; otros en los que esta medida es menor y, un tercer grupo, en los que no existió ninguna diferencia entre personas con y sin EP. Así, por ejemplo, Forrest, Weismer y Turner (1989), quienes estudiaron el VOT de los sonidos /p/ y /b/ en palabras incrustadas en oraciones, encontraron que el VOT es mayor en /b/ pero no en /p/ en las personas con EP al compararlas con hablantes de GC. Por su parte, Flint et al. (1992) evaluaron el VOT de /p/, /t/ y /k/ en un contexto similar al de Forrest et al. (1989), encontrando que el VOT fue menor en las personas con EP, lo que concuerda con lo previamente hallado para el inglés por Weismer (como se citó en Budkowsky, 2007), quien, en su trabajo de 1984, describió un VOT más corto en personas con EP cuando este fue medido en el contexto de oraciones. Por otro lado, autores como Bunton y Weismer (2002) y Fischer y Goberman (2010) no hallaron diferencias entre personas con y sin EP.

Más allá del efecto de la EP sobre el VOT, también se ha generado interés por conocer si la velocidad del habla influye sobre esta medida en personas con esta condición de salud, pues la variación de la velocidad del

habla es una de las características de la disartria hipocinética en EP. Esta influencia se ha evaluado por medio del *VOT ratio* (VOTr), una medida derivada del VOT que toma en cuenta la velocidad del habla al dividir el VOT sobre la duración de la sílaba que se está evaluando (Ravizza, 2003).

Budkowsky (2007) estudió el VOT y VOTr en estado ON y en estado OFF de la medicación en 9 participantes con EP, hablantes de inglés, en una tarea de lectura de pseudopalabras con los 6 sonidos oclusivos de esa lengua en posición inicial, las cuales se produjeron en el contexto de frase. Esta investigadora encontró que tanto el VOT como el VOTr de los oclusivos sordos y sonoros mostraban diferencias según la altura de la vocal precedente y el punto articulatorio del sonido oclusivo. En los oclusivos sordos, el VOT y el VOTr fueron más largos con vocales altas que con vocales bajas. Asimismo, el VOTr de los oclusivos bilabiales y alveolares fue más corto en comparación con el de los sonidos velares. En el caso de los oclusivos sonoros, el VOT fue más negativo cuando el sonido oclusivo estaba precedido de vocales altas que cuando lo estaba de vocales bajas y, lo mismo sucedió en relación con el punto de articulación, siendo más negativo el VOT del sonido velar que el del alveolar.

Además, en la investigación de Budkowsky (2007) se encontró que el VOT y el VOTr no tuvieron cambios significativos luego de la administración de la medicación, aunque si se observó que en ON las medidas de VOT y VOTr tendieron a ser más cortas que en OFF, especialmente en las medidas de VOTr, por lo que se concluyó que los cambios en el VOT asociados a la medicación podrían relacionarse más con cambios en la velocidad del habla más que propiamente por una variación en el VOT.

Por su parte, Fischer y Goberman (2010) encontraron que el VOT y VOTr en personas con EP se comportan de manera distinta según el punto articulatorio. Así, en oclusivos sordos el VOT aumenta de bilabial a velar (/p/ < /t/ < /k/), mientras que el VOTr se comporta de forma similar en el punto bilabial y alveolar, pero es más alto en el punto velar (/p/ = /t/ < /k/). De igual forma, tanto en el VOT como en el VOTr, los valores más altos se presentan en vocales altas. Estos autores encontraron también que la Levodopa, afectaba a ambas medidas (Fischer y Goberman, 2010); sin embargo, en estudios posteriores notaron que este efecto no se trasladaba al contraste de sonoridad. Es decir, la distribución de los valores del VOT de sonidos sordos y sonoros, que es parecida en hablantes con EP (Whitfield y Goberman, 2015), no cambió tras la medicación (Whitfield, Reif y Goberman, 2017).

En hispanohablantes con EP los pocos estudios que han indagado el comportamiento del VOT han encontrado resultados más o menos consistentes entre sí. Aguilera Pacheco et al. (2015) estudiaron el VOT de /t/ extraído de la repetición de /pé taka/ en 10 hispanohablantes con EP y encontraron que, respecto a los controles, este era mayor (EP: 25 milisegundos; sin EP: 14 milisegundos). Sin embargo, los autores no mencionan que las diferencias hayan sido estadísticamente significativas.

Camelo, Camargo y Baquero (2017) estudiaron el VOT de oclusivos sordos y sonoros en hablantes colombianos al inicio de palabras y pseudopalabras en dos condiciones: con y sin la partícula “un” precediéndolas, y encontraron que tanto con la partícula “un” como sin ella, en todos los sonidos oclusivos sordos el VOT promedio fue más largo en las personas con EP. Estos resultados los autores los reportaron como estadísticamente significativos.

Por su parte, Camacho (2018) estudió hispanohablantes chilenos y obtuvo hallazgos similares, pues en su estudio los valores promedio para el VOT de las personas con EP fueron más altos que los valores promedio del VOT de los sujetos del grupo control, tanto en sonidos sordos como en sonoros en el contexto de palabra y en enunciados con la partícula “un”. Sin embargo, luego del análisis estadístico la diferencia se mantuvo únicamente en los sonidos /p/, /t/ y /g/ en palabra aislada y en /p/, /t/, /k/, /d/ y /g/ con la partícula “un”.

Ruiz Castellanos y Olmedo Iglesias (2020) analizaron el VOT en 8 hispanohablantes a partir de frases espontáneas extraídas de una tarea de monólogo de tema libre. Ellos encontraron que el VOT de las oclusivas, tanto sordas como sonoras, era mayor en personas con EP respecto al GC y concluyeron que las diferencias intergénero, tanto en el grupo con EP como en el GC, eran similares. Este estudio tampoco reportó si hubo pruebas de significancia estadística que permitieran establecer si tales diferencias eran significativas o no.

Recientemente, Argüello-Vélez (2022) en su tesis doctoral reportó para el español un hallazgo similar al de Fischer y Goberman (2010) en el cual el VOT de los sonidos oclusivos sordos en personas con EP, durante la producción de /pata'ka/, aumentó de bilabial a velar (/p/ < /t/ < /k/).

Dado que en la actualidad el caudal de estudios sobre el VOT en hablantes del español con EP continúa siendo bajo y que son pocos los estudios existentes que han indagado la influencia de la velocidad del habla (incorporando medidas como el VOTr, por ejemplo), ni han tenido en cuenta el sexo de los participantes durante los análisis para estimar el impacto de la EP sobre VOT, el presente estudio tuvo como objetivos: a) estudiar el comportamiento del VOT y VOTr en el contexto de habla conectada en colombianos con EP en comparación con hablantes sin EP y b) establecer si existen variaciones según el sexo de los hablantes.

## Materiales y métodos

Este estudio se realizó a partir de los datos existentes en la base de datos PC-GITA (Orozco-Arroyave et al., 2014) que está conformada por grabaciones en audio de 50 personas con EP (grupo EP, compuesto por 25

mujeres y 25 hombres) y 50 controles sanos (grupo control [GC], compuesto por 25 mujeres y 25 hombres) todos (EP y GC) hablantes nativos del español colombiano, de la región de Antioquia.

En el grupo con EP la edad de los hombres es de 33 a 77 años ( $62,2 \pm 11,2$  en promedio) y la de las mujeres es de 44 a 75 años ( $60,1 \pm 7,8$  en promedio); por su parte, en el GC los hombres tienen edades entre 31 y 86 años ( $61,2 \pm 11,3$  en promedio) y las mujeres entre 43 y 76 años ( $60,7 \pm 7,7$  en promedio). Todos los participantes con EP recibieron el diagnóstico de un neurólogo y para el momento de las grabaciones tenían una duración promedio de la enfermedad de  $10,9 \pm 11,3$  años. Así mismo, para estos últimos participantes la puntuación promedio para la escala UPDRS-III fue de  $36,7 \pm 18,7$  y para la escala Hoehn & Yahr fue de  $2.3 \pm 0.8$ . Las personas del GC no tenían historia de síntomas relacionados con alguna enfermedad neurológica.

Las muestras de habla fueron grabadas a 44,1 KHz en condiciones de ruido controlado y se realizaron siguiendo un protocolo de varias tareas de habla que consistió en la producción sostenida de las vocales, repetición de palabras aisladas, repetición de oraciones, lectura de texto, producción de un monólogo y realización de diadococinesia oral. En el caso de las personas con EP, las grabaciones se tomaron durante el estado ON de la medicación (no más de 3 horas tras la ingesta del medicamento). Otros detalles de los participantes, del corpus descrito y de las consideraciones éticas tenidas en cuenta por los autores pueden consultarse en Orozco-Arroyave et al. (2014).

## Estímulos

Dado que el interés de esta investigación fue el estudio del VOT y VOTr de los seis sonidos oclusivos del español (/p/, /b/, /t/, /d/, /k/ y /g/) en el habla conectada, se optó por analizar las tareas de repetición de oraciones y lectura de texto. Para ello, se revisó la frecuencia de aparición de los seis sonidos oclusivos del español en el corpus de estas dos tareas de habla y, al final se escogieron para el análisis del VOT y VOTr, tres de las diez oraciones disponibles y un fragmento de la tarea de lectura de texto.

De las 10 oraciones disponibles las 3 escogidas fueron las siguientes y en ellas se indica el segmento empleado para el análisis (en mayúscula):

/p/ y /d/: Rosita niño que **PI**nta bien **DO**no sus cuadros ayer.

/b/: ¿**VI**ste las noticias? Yo vi ganar la medalla de plata en pesas. Ese muchacho tiene mucha fuerza.

/k/ y /t/: Luisa Rey compra el **CO**lchón duro que tan**TO** le gusta.

El fragmento del texto analizado fue:

/g/: Yo le dije: ¡Ay doctor! Donde pon**GO** el dedo me duele.

Esta selección se realizó según la frecuencia de aparición de los sonidos oclusivos en el corpus de oraciones y texto, pues se encontró que los sonidos /b/ y /g/ en su forma oclusiva (no aproximante), se encontraban solamente una vez cada uno dentro de este corpus en las palabras “viste” y “pongo”, respectivamente.

De acuerdo con el análisis anterior, y con el objetivo de estudiar todos los sonidos oclusivos del español, la selección de las partes del corpus de oraciones y texto a analizar se hizo teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- **Máxima similitud del contexto vocálico entre sonidos sordos y sonoros con el mismo punto de articulación (/p, b/; /t, d/ y /k, g/)** (Kopkalli-Yavuz et al., 2011; Oh, 2011): como /b/ solamente apareció seguido de la vocal /i/ en el corpus de oraciones y texto, su equivalente sordo /p/ también se analizó seguido de /i/. En el caso de /g/, que solamente apareció en “pongo”, se escogió analizar su equivalente sordo /k/ seguido de /o/. En el caso del par /t, d/ se escogió analizarlo seguido del sonido /o/ para mantener la similitud de contexto con el par /k, g/ y lograr así mayor homogeneidad.
- **Máxima similitud del contexto de sonidos precedentes** (Kisomi et al., 2020; Morris y MacCrea, 2008): todos los sonidos, a excepción de /b/ y /p/, que aparecían en posición inicial absoluta y precedido de vocal, respectivamente, se analizaron precedidos de una consonante.
- **Máxima similitud de la acentuación de las sílabas entre pares de sonidos** (Castañeda, 1986): el par /p, b/ se analizó en sílabas tónicas y los pares /t-d/ y /k-g/ en sílabas átonas.

## Selección de audios

De las 600 producciones disponibles (50 participantes x 6 sonidos x 2 grupos) se descartaron aquellas en las que no se pudo identificar la barra de liberación de la explosión (Özsancak et al., 2002) así como aquellas en que los participantes no produjeron el sonido meta (p. ej. omitían la palabra durante la repetición de la oración)

y tampoco se tuvieron en cuenta las producciones que mostraban señales de sonorización (Fischer y Goberman, 2010), es decir, aquellas en que el sonido oclusivo sordo mostraba presencia continua de pulsos glóticos antes y después de la liberación de la oclusión, continuidad de formantes y continuidad de la línea de intensidad. Bajo estos criterios, se realizó el análisis acústico a 308 audios, 154 del grupo EP y 154 del GC. En cada grupo la mitad de los audios era de mujeres y la otra mitad de hombres. Por sonido se mantuvo el emparejamiento por edad y sexo entre los grupos.

### **Análisis acústico**

Se realizó el cálculo del VOT y VOTr de todos los audios por medio del software Praat (Boersma y Weenink, 2015), siguiendo la metodología de Fischer y Goberman (2010) y Whitfield et al. (2017). De acuerdo con esta, el VOT se midió como el tiempo entre la liberación de la explosión del sonido oclusivo y el comienzo de la vibración de las cuerdas vocales; el VOTr se calculó dividiendo el valor del VOT sobre la duración de la sílaba, cuyos límites se definieron según el comportamiento de los formantes evidenciado en el espectrograma y la presencia de pulsos glóticos periódicos correspondientes a la vocal de la sílaba. En esta parte del estudio el análisis cegado no fue posible puesto que los audios estaban originalmente identificados, desde la base de datos, como pertenecientes al grupo control o al grupo con EP.

### **Fiabilidad**

De los 308 audios incluidos se escogieron al azar, mediante un generador de números aleatorios, el 10 % de ellos (32 audios: 16 del grupo EP y 16 del grupo GC) para una evaluación de la fiabilidad de las mediciones; a estos audios se les volvió a realizar el cálculo del VOT y VOTr para estimar la concordancia tanto inter como intraevaluador en los cálculos efectuados. Uno de los autores realizó de forma independiente y cegada el cálculo de los 32 audios para establecer la concordancia interevaluador, y otro de los autores realizó una semana después de haber terminado el análisis de todos los audios incluidos en el estudio, de forma independiente y cegada, el mismo cálculo para obtener los datos de la concordancia intraevaluador. El nivel de fiabilidad alcanzado con este método se reporta en la sección de resultados.

### **Análisis estadístico**

Los datos se analizaron mediante el software R (R Core Team, 2019). En primer lugar, se determinó su normalidad (prueba Shapiro-Wilk) y homocedasticidad (prueba Bartlett). En segundo lugar, a través del coeficiente de Spearman, pues se determinó que no eran datos con distribución normal, se estimó su fiabilidad mediante el análisis de la correlación entre medidas inter e intraevaluador del 10% de los datos escogidos al azar. En tercer lugar, se calcularon valores promedio y desviación estándar del VOT, VOTr y duración de la sílaba por sonido, grupo (GC y EP) y sexo, y se determinó la significancia estadística de las diferencias halladas con un  $\alpha \leq 0.05$ . Para ello se aplicó la prueba t de muestras independientes para los pares de muestras en los cuales las pruebas de normalidad y homocedasticidad indicaron que estos dos supuestos se cumplían en ambas y para muestras no normales y con heterocedasticidad u homocedasticidad se usó la prueba de Mann-Whitney.

## **Resultados**

### **Concordancia intra e interevaluador**

El análisis mediante el coeficiente de correlación de Spearman indicó una alta concordancia ( $\rho$  (rho)  $\geq 0.9$ ) para las medidas de VOT, tanto intra como interevaluador: 0.96 (intra) y 0.95 (inter), con una diferencia promedio en el cálculo del VOT de 0.005 s (intra) y 0.007 s (inter). En el caso de las mediciones de duración de la sílaba la concordancia fue de: 0.73 (intra) y 0.67 (inter), con una diferencia promedio en el cálculo de la duración de la sílaba de 0.017 s (intra) y 0.021 s (inter), lo que indica una relación “muy alta” ( $0.8 < \rho < 0.99$ ) y “alta” ( $0.6 < \rho < 0.79$ ) entre las mediciones seleccionadas al azar para determinar la concordancia intra e inter evaluador del VOT y la duración de la sílaba, respectivamente, según la interpretación del coeficiente de Spearman.

### **Comparación del VOT entre grupos**

De acuerdo con los datos obtenidos, tanto hombres como mujeres con EP tuvieron un VOT promedio más largo respecto al GC en todos los sonidos oclusivos sordos, con excepción del sonido /k/ que registró un VOT

promedio más corto para las mujeres con EP respecto a las mujeres del GC. Esta diferencia del VOT promedio entre grupos osciló entre 0.001 y 0.010 s dependiendo del sonido y alcanzó a ser significativa para las mujeres en el sonido /p/ (Tabla 1).

En cuanto al comportamiento del VOT en los sonidos oclusivos sonoros se observó el patrón contrario, pues en ellos las personas con EP tuvieron valores de VOT promedio más cortos respecto a las personas sin EP, aunque también con una excepción en el sonido /g/ que tuvo un VOT promedio más largo en las mujeres con EP en comparación con sus respectivos controles. Esta diferencia del VOT promedio entre grupos osciló entre 0.001 y 0.026 s dependiendo del sonido y alcanzó a ser significativa para hombres y mujeres en el sonido /d/ (Tabla 1).

**Tabla 1.** Comparación de edad y VOT promedio entre grupos

	EP					GC					p
	Participantes		VOT (s)			Participantes		VOT (s)			
	n	edad promedio	Media	DE	rango	n	edad promedio	media	DE	rango	
<i>Mujeres</i>											
/p/	11	60.6 ± 7.1	0.024	0.011	0.010; 0.047	11	60.2 ± 7.0	0.014	0.005	0.006; 0.024	<b>0.01*</b>
/t/	13	61.9 ± 7.4	0.024	0.010	0.012; 0.042	13	58.3 ± 13.3	0.018	0.006	0.010; 0.028	0.10
/k/	14	61.6 ± 6.5	0.038	0.018	0.012; 0.079	14	61.4 ± 6.8	0.029	0.011	0.018; 0.057	0.46
/b/	11	61.4 ± 7.3	-0.049	0.022	-0.020; -0.087	11	61.5 ± 7.7	-0.058	0.029	-0.020; -0.124	0.41
/d/	13	58.8 ± 4.8	-0.049	0.020	-0.024; -0.096	13	59.4 ± 4.8	-0.070	0.024	-0.044; -0.138	<b>0.01*</b>
/g/	12	60.7 ± 7.2	-0.036	0.016	-0.020; -0.065	12	59.1 ± 6.9	-0.026	0.006	-0.017; -0.036	0.14
<i>Hombres</i>											
/p/	13	58.8 ± 9.7	0.015	0.007	0.009; 0.030	13	58.5 ± 8.5	0.014	0.003	0.006; 0.019	0.46
/t/	15	58.9 ± 12.7	0.025	0.010	0.009; 0.041	15	57.7 ± 12.6	0.021	0.007	0.012; 0.039	0.18
/k/	14	59.4 ± 11.7	0.032	0.010	0.014; 0.044	14	59.5 ± 11.3	0.034	0.010	0.018; 0.059	0.10
/b/	15	58.9 ± 11.6	-0.043	0.021	-0.012; -0.075	15	58.7 ± 11.7	-0.050	0.021	-0.025; -0.096	0.37
/d/	15	60.3 ± 11.5	-0.048	0.024	-0.022; -0.104	15	59.4 ± 11.4	-0.074	0.020	-0.039; -0.105	<b>0.00*</b>
/g/	8	53.2 ± 11.2	-0.027	0.010	-0.011; -0.043	8	53.3 ± 12.2	-0.028	0.004	-0.022; -0.033	0.91

DE: desviación estándar; \*: estadísticamente significativo.

Respecto al punto articulatorio, tanto en personas con EP como sin ella, el VOT promedio de los oclusivos sordos aumentó de bilabial a velar, siendo siempre el VOT promedio del sonido /k/ el más largo y el VOT promedio del sonido /p/ el más corto. La diferencia entre el VOT promedio de /p/ y el VOT promedio de /k/ estuvo entre 0.014 y 0.020 s. Un comportamiento similar o contrario no se encontró en los sonidos oclusivos sonoros, sin embargo, sí se observó que dentro de este grupo de sonidos el VOT promedio del sonido /d/ fue el mayor en hombres y mujeres con y sin EP.

### Comparación del VOTr entre grupos

El VOTr (Tabla 2) mostró un comportamiento similar al del VOT. De esta manera, en todos los oclusivos sordos el VOTr promedio fue más largo en las personas con EP respecto al GC y más corto en los oclusivos sonoros respecto a los controles, con excepción del VOTr promedio en el sonido /g/ que fue más largo en hombres y mujeres con EP respecto a sus respectivos controles. Las diferencias en el VOTr también fueron significativas en /p/ para las mujeres con EP y en /d/ para hombres y mujeres con EP. De igual forma, el VOTr aumentó de bilabial a velar en los oclusivos sordos

Los datos de duración de la sílaba, que fueron calculados para determinar el VOTr, mostraron diferencias significativas entre los hombres, pues se encontró que las sílabas que contenían los sonidos /p/, /k/ y /d/ eran en promedio más cortas en los hombres con EP respecto a los hombres sin EP, sin embargo, este mismo hallazgo no se evidenció en las mujeres con EP, en quienes, por el contrario, únicamente se observó un promedio de duración de sílaba significativamente más alto en aquellas sílabas que contenía el sonido /t/ respecto a las mujeres del GC.

**Tabla 2.** Comparación del VOTr y duración de la sílaba entre grupos

	VOTr							Duración de sílaba (s)						
	EP			GC			p	EP			GC			p
	media	DE	rango	media	DE	Rango		media	DE	rango	media	DE	rango	
<i>Mujeres</i>														
/p/	0.208	0.068	0.068; 0.315	0.110	0.047	0.041; 0.202	<b>0.00*</b>	0.114	0.035	0.072; 0.190	0.127	0.018	0.104; 0.163	0.11
/t/	0.228	0.080	0.094; 0.343	0.213	0.070	0.120; 0.333	0.62	0.104	0.017	0.085; 0.140	0.087	0.012	0.070; 0.104	<b>0.00*</b>
/k/	0.352	0.099	0.179; 0.495	0.310	0.063	0.222; 0.483	0.15	0.103	0.028	0.067; 0.164	0.092	0.018	0.073; 0.140	0.42
/b/	-0.330	0.114	-0.160; -0.553	-0.349	0.105	-0.211; -0.516	0.67	0.146	0.035	0.086; 0.221	0.161	0.045	0.095; 0.268	0.39
/d/	-0.306	0.093	-0.162; -0.495	-0.392	0.064	-0.317; -0.577	<b>0.00*</b>	0.158	0.034	0.110; 0.206	0.175	0.035	0.122; 0.239	0.20
/g/	-0.269	0.138	-0.095; -0.248	-0.173	0.054	-0.095; -0.248	0.08	0.147	0.054	0.099; 0.296	0.162	0.050	0.112; 0.283	0.27
<i>Hombres</i>														
/p/	0.185	0.085	0.077; 0.356	0.127	0.045	0.056; 0.235	0.07	0.084	0.023	0.045; 0.130	0.113	0.019	0.081; 0.149	<b>0.00*</b>
/t/	0.242	0.073	0.090; 0.363	0.225	0.103	0.109; 0.476	0.30	0.101	0.018	0.075; 0.138	0.098	0.030	0.071; 0.183	0.19
/k/	0.330	0.093	0.155; 0.506	0.308	0.077	0.182; 0.442	0.50	0.096	0.019	0.062; 0.131	0.113	0.022	0.078; 0.144	<b>0.05*</b>
/b/	-0.310	0.132	-0.119; -0.581	-0.315	0.093	-0.220; -0.590	0.88	0.136	0.035	0.086; 0.182	0.155	0.043	0.092; 0.262	0.19
/d/	-0.332	0.086	-0.205; -0.486	-0.390	0.074	-0.232; -0.500	<b>0.05*</b>	0.138	0.037	0.089; 0.214	0.189	0.028	0.147; 0.236	<b>0.00*</b>
/g/	-0.236	0.074	-0.111; -0.326	-0.203	0.070	-0.108; -0.290	0.38	0.115	0.027	0.068; 0.152	0.148	0.050	0.103; 0.246	0.24

### Diferencias según el sexo

La comparación entre hombres y mujeres al interior de cada grupo según las tres medidas analizadas en el estudio (VOT, VOTr y duración de la sílaba) no mostró ninguna tendencia ligada al sexo, ni dentro del grupo con EP ni en el GC. Se hallaron algunas diferencias significativas específicas que se evidencian en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Comparación del VOT, VOTr y duración de la sílaba según el sexo

	VOT(s)			VOTr			Duración de la sílaba (s)		
	mujeres	hombres	p	mujeres	hombres	p	mujeres	hombres	p
<i>EP</i>									
/p/	0.024	0.015	<b>0.03*</b>	0.208	0.185	0.49	0.114	0.084	<b>0.02*</b>
/t/	0.024	0.025	0.76	0.228	0.242	0.61	0.104	0.101	0.66
/k/	0.038	0.032	0.44	0.352	0.330	0.54	0.103	0.096	0.45
/b/	-0.049	-0.043	0.46	-0.330	-0.310	0.69	0.146	0.136	0.48
/d/	-0.049	-0.048	0.93	-0.306	-0.332	0.68	0.158	0.138	0.15
/g/	-0.036	-0.027	0.61	-0.269	-0.236	0.55	0.147	0.115	0.16
<i>GC</i>									
/p/	0.014	0.014	0.91	0.110	0.127	0.38	0.127	0.113	0.07
/t/	0.018	0.021	0.40	0.213	0.225	1	0.087	0.098	0.62
/k/	0.029	0.034	0.06	0.310	0.308	0.87	0.092	0.113	<b>0.01*</b>
/b/	-0.058	-0.050	0.38	-0.349	-0.315	0.32	0.161	0.155	0.73
/d/	-0.070	-0.074	0.23	-0.392	-0.390	0.45	0.175	0.189	0.25
/g/	-0.026	-0.028	0.27	-0.173	-0.203	0.28	0.162	0.148	0.41

## Discusión

Esta investigación planteó estudiar el comportamiento del VOT y VOTr en hispanohablantes con EP en comparación con hablantes sin EP en el contexto de habla conectada y establecer si existen variaciones relacionadas con el sexo. Se estudió el contexto de habla conectada puesto que hasta ahora los datos conocidos del VOT en hispanohablantes provienen en su mayoría de palabras aisladas, palabras acompañadas del segmento “un” y de pseudopalabras como /pata'ka/ (Argüello-Vélez, 2022; Camacho, 2018; Camelo et al., 2017) y el estudio en habla conectada de Ruiz Castellanos y Olmedo Iglesias (2020) no señaló si los resultados tenían significancia estadística. Así mismo, tampoco se ha explorado el efecto de la velocidad del habla sobre el VOT en hispanohablantes con y sin EP, por lo que también se decidió incluir el VOTr en la investigación, la cual es una medida que contempla la posible influencia de la velocidad del habla sobre el VOT.

Respecto al primer objetivo, se encontró que en habla conectada el VOT y VOTr se comportan de forma similar, y que las diferencias estadísticamente significativas halladas para el VOT estuvieron en los mismos sonidos en los que se encontraron diferencias en el VOTr, es decir, contrario a lo que podría suponerse, la velocidad del habla, controlada por medio de la duración de la sílaba, no ejerció efecto sobre el VOT de las personas estudiadas. Esto difiere de los resultados de estudios como los reseñados por Oh (2011) en los que la velocidad del habla sí ha ejercido un efecto significativo sobre el VOT de las personas de grupos control, pero concuerda con los hallazgos de Fischer y Goberman (2010) para inglés en los que tanto el VOT como el VOTr se han comportado de forma similar en personas con y sin EP. Lo anterior podría explicarse por la ausencia de diferencias en la duración de las sílabas de los hablantes del grupo EP y del GC, lo que también se mostró en este estudio para la mayoría de los sonidos. Este hallazgo, además, parece indicar que en el habla conectada tanto el VOT como el VOTr son igual de sensibles para detectar los cambios en el VOT asociados con la EP.

Por otro lado, si se comparan los resultados del VOT de este estudio con los datos ya publicados para hispanohablantes con EP (Argüello-Vélez, 2022; Camacho, 2018; Camelo et al., 2017), es posible observar que los perfiles de resultados son similares, pues se encontró que el VOT aumenta de bilabial a velar en los sonidos oclusivos sordos y en estos mismos sonidos tendió a ser mayor en las personas con EP respecto a los hablantes sanos, sin embargo, respecto a los estudios previos hay diferencias en los sonidos que mostraron una variación del VOT que fuera estadísticamente significativa respecto al grupo control, pues contrario a ellos, en este estudio tal diferencia solamente se estableció en el VOT promedio del oclusivo sordo /p/ entre las mujeres (mayor en las mujeres con EP), mientras que en los otros trabajos se ha logrado evidenciar tal diferencia (más largo en hablantes con EP) en todos los sonidos oclusivos sordos (Camelo et al., 2017) y en los oclusivos /p/, /t/, /k/, /d/ y /g/ cuando están precedidos de “un” y en /p/, /t/ y /g/ cuando están aislados (Camacho, 2018). Tal disparidad puede explicarse en parte a la diferencia en los estímulos empleados para calcular el VOT, lo que se sabe tiene influencia en su comportamiento, pero también, puede deberse a la variedad dialectal del español en la que ha sido estudiado el VOT, como ya fue señalado por Castañeda (1986) para explicar las variaciones en el VOT entre hablantes de español ibérico y sudamericano.

Adicionalmente, en este estudio se identificó que con excepción del sonido /g/, tanto el VOT como el VOTr son menores en los sonidos oclusivos sonoros con diferencia estadísticamente significativa en el sonido /d/ tanto para hombres como para mujeres, lo que al no haberse encontrado en estudios previos sobre el VOT en EP parece ser un hallazgo propio del habla conectada, en este caso del español colombiano de Antioquia.

En cuanto al segundo objetivo, determinar si hay diferencias según el sexo, los resultados obtenidos no evidencian una influencia importante del sexo sobre el comportamiento del VOT en el GC ni en el grupo EP.

## Conclusiones

En el habla conectada el VOT y el VOTr se comportan de manera similar, lo que parece indicar que ambas medidas son igual de sensibles para detectar los cambios en el VOT asociados a la EP en hispanohablantes. Adicionalmente, en habla conectada el VOT y VOTr tendieron a ser menores en los sonidos oclusivos sonoros y dicho hallazgo no se había encontrado en estudios previos sobre el VOT en hispanohablantes con EP. Dado estas particularidades en los resultados obtenidos respecto a los estudios previos y al no haberse encontrado mayores diferencias según el sexo de los hablantes, el VOT parece estar más influenciado por el contexto en el que se calcula que por el sexo de los hablantes. De esta manera, se hace necesario replicar este estudio para confirmar o ampliar los resultados aquí presentados.

## Bibliografía

Abramson, A. S., y Whalen, D. H. (2017). Voice Onset Time (VOT) at 50: Theoretical and practical issues in measuring voicing distinctions. *Journal of Phonetics*, 63, 75-86. DOI: 10.1016/j.wocn.2017.05.002

- Aguilera Pacheco, O. R., Escobedo Beceiro, D. I., Sanabria Macías, F., y Nuñez Lahera, I. (2015). *Alteración de parámetros acústicos de la voz y el habla en la enfermedad de Parkinson* [Comunicación en congreso]. XIV Simposio Internacional de Comunicación Social. Comunicación Social: Retos y Perspectivas, Santiago de Cuba. <https://onx.la/1f239>
- Argüello-Vélez, P. (2022). *Análisis fonético-acústico de las consonantes obstruyentes oclusivas sordas en personas con enfermedad de Parkinson* (tesis de doctorado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Auzou, P., Özsancak, C., Morris, R. J., Jan, M., Eustache, F., y Hannequin, D. (2000). Voice Onset time in aphasia, apraxia of speech and dysarthria: a review. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 14(2), 131-150. DOI: 10.1080/0269920002988784
- Baran, J. A., Laufer, M. Z., Daniloff, R. (1977). Phonological contrastivity in conversation: A comparative study of voice onset time. *Journal of Phonetics*, 5, 339-350.
- Boersma, P., y Weenink, D. (2015). Praat: doing phonetics by computer [Programa de computador]. Recuperado de: <http://www.praat.org/>
- Budkowsky, E. (2007). *Voice Onset Time in Parkinson's Disease* (tesis de maestría). Bowling Green State University, Bowling Green, Estados Unidos.
- Bunton, K., y Weismer, G. (2002). Segmental level analysis of laryngeal function in persons with motor speech disorders. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 54, 223-239. DOI: 10.1159/000065199
- Camacho, C. A. (2018). *Comportamiento del índice acústico Voice Onset Time (VOT) en la serie [p-t-k] y [b-d-g] en personas con Parkinson vs. personas sin esta enfermedad diagnosticada* (Tesis de maestría). Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Camelo, L. S., Camargo, M., y Baquero, S. (2017). *VOT (Voice Onset Time) en hablantes del español con la enfermedad de Parkinson*. Comunicación presentada en I Congreso Internacional de Lingüística Computacional y de Corpus, Bogotá, Colombia.
- Castañeda, M. L. (1986). El V.O.T. de las oclusivas sordas y sonoras españolas. *Estudios de Fonética Experimental*, 2, 91-110. Fischer, E., y Goberman, A. M. (2010). Voice onset time in Parkinson Disease. *Journal of Communication Disorders*, 43, 21-34. DOI: 10.1016/j.jcomdis.2009.07.004
- Flint, A. J., Black, S. E., Campbell-Taylor, I., Gailey, G. F., y Levinton, C. (1992). Acoustic analysis in the differentiation of Parkinson's Disease and Major Depression. *Journal of Psycholinguistics Research*, 21(5), 383-399.
- Forrest, K., Weismer, G., y Turner, G. S. (1989). Kinematic, acoustic, and perceptual analyses of connected speech produced by Parkinsonian and normal geriatric adults. *Journal of the Acoustical Society of America*, 85(6), 2608-2622.
- Hoit, J. D., Solomon, N. P., y Hixon, T. J. (1993). Effect of lung volume on Voice Onset Time (VOT). *Journal of Speech and Hearing Research*, 36(3), 516-520.
- Khouw, E., y Ciocca, V. (2007). An acoustic and perceptual study of initial stops produced by profoundly hearing impaired adolescents. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 21(1), 13-27. DOI: 10.1080/02699200500195696
- Kisomi, F. K., Soltani, M., Dastoorpoor, M., Madjdinasab, N., y Moradi, N. (2020). Comparison of voice onset time in people with spastic dysarthria and healthy group. *Shiraz E-Medical Journal*, 21(5). doi: 10.5812/semj.94573
- Klatt, D. (1975). Voice onset time, frication, and aspiration in word-initial consonant clusters. *Journal of Speech & Hearing Research*, 18, 686-706.
- Kopkalli-Yavuz, H., Mavis, I. y Akyildis, D. (2011). Analysis of VOT in Turkish speakers with aphasia. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 25(4), 287-301. DOI: 10.3109/02699206.2010.529541
- Lane, H., y Perkell, J. S. (2005). Control of Voice-Onset Time in the absence of hearing: a review. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 48(6), 1334-1343. DOI: 10.1044/1092-4388(2005/093)
- Lisker, L., y Abramson, A. S. (1964). A cross-language study of voicing in initial stops: Acoustical measurements. *Word*, 20, 384-422.
- Morris, R. J., McCrea, C. R., y Herring, K. D. (2008). Voice onset time differences between adult males and females: isolated syllables. *Journal of Phonetics*, 36, 308-317. DOI: 10.1016/j.wocn.2007.06.003
- Oh, E. (2011). Effects of speaker gender on voice onset time in Korean stops. *Journal of Phonetics*, 39, 59-67. doi: 10.1016/j.wocn.2010.11.002
- Orozco-Arroyave, J. R., Arias-Londoño, J. D., Vargas- Bonilla, J. F., González-Rátiva, M. C., y Nöth, E. (2014). New Spanish speech corpus database for the analysis of people suffering from Parkinson's disease. En N. Calzoralí et al. (Eds.), *Proceedings of the Ninth International Conference on Language Resources Evaluation* (pp. 342-347). Islandia: European Language Resources Association.
- Özsancak, C., Auzou, P., Jan, M., y Hannequin, D. (2001). Measurement of Voice Onset Time in dysarthric patients: methodological considerations. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 53, 48-57.
- R Core Team. (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ravizza, S. (2003). Dissociating the performance of cortical and subcortical patients on phonemic tasks. *Brain and Cognition*, 53(2), 302-310. doi:10.1016/s0278-2626(03)00131-3
- Roldán, Y., y Soto-Barba, J. (1997). El V.O.T. de /p-t-k/ y /b-d-g/ en el español de Valdivia: un análisis acústico. *Estudios Filológicos*, 32, 27-33. doi: 10.4067/S0071-17131997003200003
- Ruiz Castellanos, A., y Olmedo Iglesias, H. (2020). Alteración fonética del VOT en pacientes con párkinson. *Pragmalin-güística*, 2, 327-338.

- Swartz, B. L. (1992). Gender difference in Voice Onset Time. *Perceptual and Motor Skills*, 75, 983-992.
- Theodore, R. M., Miller, J. L., y DeSteno, D. (2009). Individual talker differences in voice-onset time: Contextual influences. *Journal of the Acoustical Society of America*, 125(6), 3974-3982. DOI: 10.1121/1.3106131
- Whiteside, S. P., e Irving, C. J. (1997). Speakers' sex differences in voice onset time: some preliminary findings. *Perceptual and Motor Skills*, 85, 459-463.
- Whiteside, S. P., e Irving, C. J. (1998). Speakers' sex differences in voice onset time: a study of isolated word production. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 651-654.
- Whitfield, J. A., y Goberman, A. M. (2015). *The effect of Parkinson disease on voice onset time: Temporal differences in voicing contrast*. Comunicación presentada en 169<sup>th</sup> Annual Meeting of the Acoustical Society of America, Pittsburgh, Estados Unidos.
- Whitfield, J. A., Reif, A., y Goberman, A. M. (2017). Voicing contrast of stop consonant production in the speech of individuals with Parkinson disease ON and OFF dopaminergic medication. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 32(7), 587-594.