

**MEDIDA DE LA SEVERIDAD DE LA DISARTRIA ATÁXICA
A TRAVÉS DEL ANÁLISIS ACÚSTICO**

**MEASURE OF THE SEVERITY OF ATAXIC DYSARTHRIA
THROUGH THE ACOUSTIC ANALYSIS**

JONATHAN DELGADO HERNÁNDEZ

Centro CREN Salud (Capacitación y Rehabilitación Especializada en Neurología)

La Laguna. Santa Cruz de Tenerife

jonathan@cren.es

Artículo recibido el día: 06/10/2015

Artículo aceptado definitivamente el día: 18/04/2016

Estudios de Fonética Experimental, ISSN 1575-5533, XXV, 2016, pp. 149-166

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es estudiar el tiempo de inicio de la sonoridad (VOT) y la velocidad de las transiciones en diptongos a través de las pendientes del F2 en la disartria atáxica, además de examinar la relación entre estas dos medidas acústicas y la severidad de las alteraciones motoras del habla.

Los resultados muestran valores de VOT más altos y con mayor variabilidad así como transiciones más lentas en el grupo disártrico, además de una correlación alta entre estas dos medidas y el nivel de inteligibilidad del habla.

El análisis acústico ha demostrado ser una herramienta útil en la evaluación objetiva de la disartria. Las dos medidas utilizadas en este estudio proporcionan información sobre la severidad de las alteraciones motoras del habla y aportan datos objetivos que pueden ser utilizados en la terapia logopédica y en la investigación.

Palabras clave: *VOT, pendientes del F2, inteligibilidad, disartria atáxica.*

ABSTRACT

The objective of this work is to study the voice onset time (VOT) and the speed of transitions in diphthongs through the slopes of F2 in ataxic dysarthria, in addition to examining the relationship between these two acoustic measurements and severity of motor speech disorders.

The results show higher VOT and greater variability and slower transitions in the dysarthric group. High correlation between these two measures and the level of speech intelligibility was found.

Acoustic analysis has proved a useful tool for objective assessment of dysarthria. The two measures used in this study provide information on the severity of motor speech disorders and provide objective data that can be used in speech therapy and research.

Keywords: *VOT, F2 slopes, intelligibility, ataxic dysarthria.*

1. PRESENTACIÓN

La disartria es una alteración de origen neurológico producida por la afectación del sistema nervioso central y/o periférico que provoca alteraciones en la ejecución del movimiento necesario para hablar (Melle, 2003:21). Hablamos de disartria atáxica cuando el daño cerebral se localiza en el cerebelo o en las vías aferentes (corticopontocerebelosa) o eferentes (dentotalámica). Este tipo de disartria se caracteriza por hipotonía, lentitud motora e inexactitud en el rango, dirección y tiempo del movimiento de las estructuras implicadas en el habla (González y Bevilacqua, 2012:302).

Una de las principales limitaciones para el paciente disártrico es la reducción en la inteligibilidad de su habla. La inteligibilidad del habla puede definirse como el grado en que un mensaje intencionado del hablante es recuperado por el oyente. En el caso de las personas con disartria, la inteligibilidad está afectada por deterioro de la señal del habla. La medida de la inteligibilidad del habla en pacientes disártricos es de gran utilidad para el diagnóstico, para el seguimiento de la terapia logopédica y para la investigación (Delgado, 2010:175). Tradicionalmente las medidas de la inteligibilidad se realizan a través de escalas perceptivas o mediante tareas de identificación de estímulos verbales. Schiavetti (1992:28) señala que la fiabilidad de los resultados de las tareas de identificación de estímulos verbales es superior a la encontrada en puntuaciones de escalas y que el porcentaje de palabras correctamente reconocidas por un oyente es una métrica más manejable desde la clínica o la investigación y mejor interpretable por otros profesionales. A pesar de ser más fiable, las tareas de identificación de estímulos verbales tienen el problema de su aplicabilidad clínica ya que su uso requiere utilizar evaluadores externos que no estén familiarizados con el habla del sujeto disártrico. Para solucionar este problema se utiliza el análisis acústico del habla, que se ha convertido en los últimos años en una herramienta importante en la evaluación del habla disártrica ya que proporciona medidas cuantitativas objetivas que permiten una comprensión global y más exacta de sus trastornos motores (Melle y Gallego, 2012:495). Este tipo de análisis complementa a las escalas perceptivas y a las tareas de identificación de palabras y frases que se usan tradicionalmente. Entre las medidas acústicas con utilidad clínica para complementar información sobre la severidad de la disartria tenemos el tiempo de inicio de la sonoridad (*voice onset time, VOT*) y la velocidad de las transiciones en diptongos o en estructuras consonante-vocal (CV) o vocal-consonante (VC).

El VOT representa el tiempo de inicio de la sonoridad vocálica y hace referencia al intervalo transcurrido entre la barra de explosión y el inicio de la sonoridad de

la siguiente vocal. El VOT recoge el tiempo que tardan los repliegues vocales en comenzar a vibrar en relación con la retirada del obstáculo en las cavidades supraglóticas, e implica la coordinación temporal entre la articulación oral en el fin de una consonante y los mecanismos laríngeos requeridos para producir la vibración de las cuerdas vocales. Es un procedimiento muy utilizado en la valoración de disartrias y en el caso de la disartria atáxica, donde existe una descoordinación de la musculatura que participa en la producción, aporta información relevante sobre la coordinación laríngea y supralaríngea. Se ha comprobado mayores niveles de VOT y mayor variabilidad en este tipo de disartria (Morris, 1989:23).

Las transiciones representan el movimiento del tracto vocal desde la configuración articulatoria de la consonante a la de la vocal. En los últimos años, el estudio de la velocidad de las transiciones a través de las pendientes del F2 (*F2 slopes*) ha cobrado una especial relevancia en la evaluación de la severidad de la disartria. Se ha comprobado que estas pendientes aportan información sobre los movimientos de la lengua en la articulación (Yunusova, Green, Greenwood, Wang, Pattee y Zinman, 2012:94) y que las pendientes del F2 en diptongos y en estructuras CV y VC presentan una gran sensibilidad a cambios en la inteligibilidad del habla (Lansford y Liss, 2014:65). Los principales estudios sobre la velocidad de las transiciones en la disartria atáxica se han realizado en lengua inglesa (Tjaden y Wilding, 2004:766; Rosen, Goozée y Murdoch, 2008:49; Hartelius, Schalling, Krull y Lindblom, 2010:54). Los resultados de estos estudios concluyen que las transiciones del F2 en la disartria muestran pendientes más lentas en comparación con sujetos sanos. La explicación de esta reducción de los valores de las pendientes del F2 es la relativa lentitud de los cambios en la configuración del tracto vocal provocada por la alteración neurológica. En español, Delgado e Izquierdo (2016:74) obtuvieron resultados similares a los encontrados en lengua inglesa, con transiciones más lentas así como una correlación alta con la severidad de las alteraciones motoras del habla.

El objetivo de este trabajo es estudiar el VOT y la velocidad de las transiciones en diptongos a través de las pendientes del F2 en un grupo de sujetos con disartria atáxica y en otro neurológicamente sano. Además, se pretende determinar la relación de estas dos medidas acústicas con la severidad de la disartria atáxica en dos grupos de pacientes con disartria con diferentes niveles de inteligibilidad del habla.

2. METODOLOGÍA

2.1. Sujetos

Un total de veinte sujetos participaron en este estudio. Dieciocho de ellos son nacidos en Tenerife. Los otros dos participantes han vivido en la isla desde hace más de veinte años, uno de ellos es natural de Salamanca y el otro de Buenos Aires (Argentina). Se dividieron en dos grupos, un grupo control (GC) formado por diez sujetos (tres hombres y siete mujeres) neurológicamente sanos y sin patología vocal, con una media de edad de 36 años (DT 5,7), y un grupo experimental (GE) formado por diez sujetos (tres hombres y siete mujeres) que presentan disartria atáxica con una media de edad de 50,7 años (DT 13,2). A su vez el grupo experimental se dividió en dos subgrupos atendiendo a la severidad de la disartria (se explica a continuación). Un primer subgrupo con niveles de inteligibilidad del habla entre el 95 y el 100% (GE_a) y otro con niveles de inteligibilidad del habla entre el 88,33 y el 93,33% (GE_b) (tabla 1).

2.2. Procedimiento para determinar el nivel de inteligibilidad del habla en los sujetos del grupo experimental

Se utilizó una prueba de identificación de estímulos verbales con respuestas abiertas de elaboración propia. Esta prueba está formada por cuatro listas de palabras y frases (ver anexo I) con un total de 60 ítems cada una (20 palabras, 20 pseudopalabras y 20 frases). Una parte de las palabras forman parte del *Registro Fonológico Inducido* (Juárez y Monfort, 1996). El resto de palabras y todas las pseudopalabras y frases son de elaboración propia. Se eligió al azar el modelo para cada uno de los sujetos (A, B, C y D).

Cada sujeto tenía que leer en voz alta una lista de palabras y frases (A, B, C o D). Las grabaciones de estas pruebas se realizaron con una grabadora *Sony IC Recorder ICD-P320*. Las grabaciones de cada sujeto de estudio fueron presentadas a campo abierto a un experto en la rehabilitación logopédica que escribió las palabras y frases oídas. Cada palabra o frase solo podía ser escuchada una vez por el evaluador. Luego se determinó el porcentaje de aciertos (palabras y frases correctamente discriminadas) para cada sujeto, estableciendo así el nivel de inteligibilidad del habla.

	Sexo	Nº estímulos	Modelo	Nº errores	% aciertos	Grupo/Nivel de inteligibilidad
1	M	60	D	0	100	GC 100%
2	H	60	B	0	100	
3	M	60	C	0	100	
4	M	60	A	0	100	
5	M	60	B	0	100	
6	M	60	D	0	100	
7	M	60	B	0	100	
8	M	60	A	0	100	
9	H	60	C	0	100	
10	H	60	C	0	100	
1	M	60	D	3	95	GE _a 95-100%
2	H	60	A	1	98,3	
3	M	60	C	2	96,6	
4	M	60	B	0	100	
5	M	60	B	0	100	
6	M	60	D	5	91,6	GE _b 88,3-93,3%
7	M	60	C	6	90	
8	M	60	A	5	91,6	
9	H	60	A	7	88,3	
10	H	60	B	4	93,3	

Tabla 1. Datos sobre los grupos experimentales: sexo, número de estímulos, modelo utilizado, resultados de la prueba de identificación de estímulos verbales (nº de errores y porcentaje de aciertos) y clasificación según el nivel de inteligibilidad del habla: GC (grupo control), GE_a (grupo disártrico con niveles altos de inteligibilidad) y GE_b (grupo disártrico con niveles bajos de inteligibilidad).

2.3. Procedimiento para el cálculo del VOT y de las pendientes del segundo formante

Los sujetos tenían que repetir ocho veces las palabras [pjóxo], [tjéra] y [káwsa] a una velocidad e intensidad normales y con intervalo entre palabra y palabra de 0,5 segundos aproximadamente. Las grabaciones se realizaron en una sala con un ruido ambiental inferior a 35 dB. Se utilizó el software *Audacity 2.0.6* con una frecuencia de muestreo de 44100 Hz y una calidad de 16 bits y un micrófono cardioide *Shure SM58* a 15 cm de la boca con ángulo de 45°. Las muestras fueron analizadas con el programa *Praat v.5.2.01* (Boersma y Weenink 2014).

Se utilizaron para el análisis las seis repeticiones centrales, descartando la primera y la última, por lo que se obtuvieron 120 muestras para cada palabra (60 para el GC y 60 para el GE).

La elección de estas tres palabras se debe a que el análisis acústico de las mismas permite realizar mediciones tanto del VOT de las oclusivas [p], [t] y [k] como de las pendientes del F2 de las transiciones de los diptongos [aw], [jo] y [je].

Se obtuvieron los tiempos de inicio de la sonoridad de las oclusivas [p], [t] y [k] manualmente en el espectrograma de banda ancha. El VOT correspondería al intervalo transcurrido entre el final de la obstrucción (identificado en el espectrograma por el inicio de la explosión) y el inicio de la sonoridad de la siguiente vocal (identificado por una fina estría en el espectrograma de banda ancha).

Para calcular las pendientes del F2 se utilizó el Código de Predicción Lineal (LPC) que presenta el *Praat* por defecto para cada palabra. El análisis de las muestras se realizó seleccionando manualmente el diptongo a evaluar en el espectrograma de banda ancha. Luego se obtuvo una lista con los valores del F2 siguiendo las recomendaciones de los autores del programa. Para cada palabra se obtuvo el valor del segundo formante al inicio (F2i) y al final de la transición (F2c). El valor de F2i correspondería al comienzo de la zona con cambios mayores de 20 Hz en un periodo de 20 ms y se corresponde al primer pulso glotal después de la explosión ya que las consonantes oclusivas en español no son aspiradas (Martínez Celdrán y Villalba 1995:90). El valor de F2c se obtiene en el centro del periodo estable donde los cambios del segundo formante caen por debajo de 20 Hz en 20 ms. La velocidad de las transiciones se obtuvo con el cálculo de las pendientes del F2 dividiendo el descenso de F2 de las transiciones (diferencia entre F2i y F2c) por la duración de las mismas (tiempo que transcurre entre F2i y F2c).

3. RESULTADOS ESTADÍSTICOS

3.1. Estadística descriptiva

Para realizar la estadística descriptiva se calculó el valor medio de las seis repeticiones para el VOT y las pendientes del F2 de cada palabra. Auzou, Özsancak, Morris, Jan, Eustache y Hannequin (2000:146) recomiendan, en el caso del VOT, este valor medio para minimizar la variabilidad intrasujeto y en relación a las pendientes del F2 se ha demostrado una fuerte correlación de este valor con la inteligibilidad del habla (Tjden, Richards, Kuo, Wilding y Sussman, 2013:214).

En la tabla 2 podemos observar las medias y desviaciones típicas de los valores de VOT (en ms) de las oclusivas [p], [t] y [k]. También se muestran las duraciones (en ms) de cada palabra en los grupos de estudio y los valores relativos entre el VOT y la duración de la palabra.

	GC	GE _{total}	GE _a	GE _b
VOT _[p] (ms)	11,48 (1,33)	29,22 (16,26)	15,96 (2,63)	42,47 (12,22)
VOT _[t] (ms)	17,03 (1,42)	35,16 (19,24)	20,96 (2,66)	49,36 (17,93)
VOT _[k] (ms)	22,68 (2,58)	43,7 (19,44)	29,73 (2,59)	57,66 (18,86)
Dur _[pjóxo] (ms)	592 (77,06)	762 (124,38)	686 (75,10)	839 (120,26)
Dur _[tjéraj] (ms)	578 (48,81)	784 (151,35)	690 (118,82)	877 (125,32)
Dur _[káwsa] (ms)	593 (60,38)	854 (162,10)	727 (103,24)	981 (90,48)
VOT _{val. relativos [p]}	0,018 (0,003)	0,036 (0,018)	0,022 (0,004)	0,050 (0,016)
VOT _{val. relativos [t]}	0,028 (0,003)	0,045 (0,021)	0,030 (0,005)	0,061 (0,019)
VOT _{val. relativos [k]}	0,037 (0,006)	0,046 (0,013)	0,041 (0,009)	0,051 (0,015)

Tabla 2. Estadística descriptiva del VOT.

Se observan mayores duraciones en la emisión de las palabras en el habla patológica que aumentan a medida que se incrementa la severidad de la disartria. La variabilidad entre repeticiones en el grupo experimental es similar en GE_a y GE_b.

Se puede apreciar tiempos de inicio de la sonoridad más largos en el grupo experimental, así como mayor variabilidad. Atendiendo a la severidad de la disartria se observan VOT más largos y de mayor variabilidad en el subgrupo con mayor afectación (GE_b).

En la tabla 3 podemos ver las medias y desviaciones típicas de las pendientes del F2 (en Hz/ms) de los diptongos [jo], [je] y [aw] para los grupos de estudio.

	F2 slopes _[jo] (Hz/ms)	F2 slopes _[je] (Hz/ms)	F2 slopes _[aw] (Hz/ms)
GC	4,87 (0,95)	3,78 (0,39)	4,88 (1,60)
GE _{total}	3,09 (0,95)	2,20 (0,69)	2,92 (1,35)
GE _a	3,80 (0,32)	2,66 (0,69)	4,06 (0,55)
GE _b	2,23 (0,63)	1,65 (0,34)	1,77 (0,73)

Tabla 3. *Estadística descriptiva de las pendientes del F2.*

Los resultados descriptivos nos muestran transiciones más lentas en el grupo disártrico. Esta medida acústica tiene poca variabilidad en todas las condiciones experimentales. Respecto a la severidad se observan pendientes menores en el subgrupo de mayor afectación.

3.2. Estadística inferencial

3.2.1. Comparaciones entre los grupos de estudio

Para el análisis de los datos se tomó el valor normalizado del VOT de las oclusivas [p], [t] y [k] y los valores de las pendientes del F2 de los diptongos [jo], [je] y [aw] en las palabras [pjóxo], [tjéra] y [káwsa]. Debido al número de sujetos, se realizaron comparaciones no paramétricas con el estadístico U de Mann-Whitney para muestras independientes. Se estableció un nivel significación de $p < 0,05$.

En las tablas 4, 5 y 6 podemos observar los resultados de las comparaciones de los valores del tiempo de inicio de la sonoridad entre los grupos de estudio.

	N	Mediana	Rangos medios	Mín	Máy	U	z	r	p
GC	60	0,019	42,65	0,01	0,03	729,5	5,621	0,51	<0,001*
GE _{total}	60	0,029	78,34	0,01	0,14				
GE _a	30	0,022	18,53	0,01	0,05	91,0	5,309	0,68	<0,001*
GE _b	30	0,040	42,46	0,02	0,14				

Tabla 4. Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes para los valores normalizados del VOT de [p] (*significación estadística $p < 0,05$).

	N	Mediana	Rangos medios	Mín	Máy	U	z	r	p
GC	60	0,029	47,12	0,02	0,04	997,5	4,215	0,38	<0,001*
GE _{total}	60	0,036	73,87	0,01	0,11				
GE _a	30	0,028	17,98	0,01	0,06	74,5	5,554	0,71	<0,001*
GE _b	30	0,064	43,01	0,03	0,11				

Tabla 5. Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes para los valores normalizados del VOT de [t] (*significación estadística $p < 0,05$).

	N	Mediana	Rangos medios	Mín	Máy	U	z	r	p
GC	60	0,037	52,60	0,02	0,05	1326,5	2,486	0,22	0,013*
GE _{total}	60	0,042	68,39	0,02	0,09				
GE _a	30	0,040	25,58	0,02	0,07	302,5	2,182	0,28	0,029*
GE _b	30	0,048	35,41	0,02	0,09				

Tabla 6. Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes para los valores normalizados del VOT de [k] (*significación estadística $p < 0,05$).

En el análisis estadístico se puede observar que existen diferencias significativas entre el grupo control y el experimental en los valores del tiempo de inicio de la sonoridad de las tres oclusivas estudiadas ($VOT_{[p]}$, $p < 0,001$; $VOT_{[t]}$, $p < 0,001$; $VOT_{[k]}$, $p = 0,013$). También se encontraron diferencias significativas atendiendo a la severidad como se puede observar en las comparaciones entre el GE_a y el GE_b . Los valores del VOT son significativamente más altos en el subgrupo disártrico de mayor severidad ($VOT_{[p]}$, $p < 0,001$; $VOT_{[t]}$, $p < 0,001$; $VOT_{[k]}$, $p = 0,029$). Se obtuvieron valores elevados del tamaño del efecto en todas las condiciones experimentales del VOT de [p] ($r_{GC-GE_{total}} = 0,51$ y $r_{GE_a-GE_b} = 0,68$) y entre GE_a y GE_b del VOT de [t] ($r = 0,71$). En las tablas 7, 8 y 9 se muestran las comparaciones de los valores de las pendientes del F2 entre los grupos de estudio.

	N	Mediana	Rangos medios	Mín	Máx	U	z	r	p
GC	60	4,63	81,9	2,73	7,76	513,0	6,755	0,61	<0,001*
GE_{total}	60	3,26	39,0	0,61	5,70				
GE_a	30	3,60	43,3	2,56	5,70	66,0	5,677	0,73	<0,001*
GE_b	30	2,19	17,7	0,60	3,63				

Tabla 7. Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes para los valores de las pendientes del F2 del diptongo [jo] (*significación estadística $p < 0,05$).

	N	Mediana	Rangos medios	Mín	Máx	U	z	r	p
GC	60	3,62	83,6	2,31	5,99	411,0	7,29	0,66	<0,001*
GE_{total}	60	2,02	37,3	0,64	4,37				
GE_a	30	2,67	39,5	1,06	4,37	179,0	4,007	0,51	<0,001*
GE_b	30	1,63	21,4	0,64	3,34				

Tabla 8. Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes para los valores de las pendientes del F2 del diptongo [je] (*significación estadística $p < 0,05$).

	N	Mediana	Rangos medios	Mín	Máx	U	z	r	p
GC	60	4,70	78,2	2,27	7,87	733,5	5,598	0,51	<0,001*
GE _{total}	60	3,02	42,7	0,74	5,63				
GE _a	30	4,07	44,6	2,36	5,63	26,5	6,261	0,80	<0,001*
GE _b	30	1,63	16,3	0,74	3,68				

Tabla 9. Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes para los valores de las pendientes del F2 del diptongo [aw] (*significación estadística $p < 0,05$).

Los resultados muestran pendientes significativamente menores en el grupo disártrico respecto al control ($F2slope_{[jo]}$, $p < 0,001$; $F2slope_{[je]}$, $p < 0,001$; $F2slope_{[aw]}$, $p < 0,001$). En las comparaciones entre los subgrupos experimentales se observan transiciones más lentas en el subgrupo con mayor severidad ($F2slope_{[jo]}$, $p < 0,001$; $F2slope_{[je]}$, $p < 0,001$; $F2slope_{[aw]}$, $p < 0,001$). Se obtuvieron valores elevados del tamaño del efecto ($r > 0,5$) en todas las condiciones experimentales de las pendientes del F2 de [jo], [je] y [aw].

3.2.2. Relación entre el VOT y las pendientes del F2

Para estudiar la relación entre las pendientes del F2 y los valores del VOT se realizó un análisis de regresión entre los valores relativos medios del VOT y los valores medios de las pendientes del F2 para cada palabra de estudio. En la tabla 10 podemos observar una correlación alta de estas dos medidas acústicas en los análisis de las tres palabras. A mayor VOT, menor pendiente del F2 y viceversa.

	R	gl	p
VOT _[p] -F2slope _[jo]	-0,65	18	0,002
VOT _[t] -F2slope _[je]	-0,72	18	<0,001
VOT _[k] -F2slope _[aw]	-0,55	18	0,012

Tabla 10. Relación entre las pendientes del F2 y los valores del VOT ($p < 0,05$).

4. CONCLUSIÓN

El objetivo de este trabajo fue estudiar el VOT en las oclusivas [p], [t] y [k] y las velocidades de las transiciones en el segundo formante de los diptongos [jo], [je] y [aw] en la disartria atáxica. Además, se pretendía examinar la relación entre estas dos medidas acústicas y la severidad de las alteraciones motoras del habla.

La principal conclusión que se extrae de este trabajo es que existe un aumento del VOT y una disminución en la velocidad de las transiciones del F2 en la disartria atáxica.

En relación al VOT los resultados son similares a los encontrados en la literatura (Morris, 1989:23), con un aumento significativo de los valores de VOT en el grupo disártrico, así como mayor variabilidad. Esta variabilidad no se debe a una mayor variación en la duración de la emisión de las palabras en el grupo experimental. El VOT depende de la coordinación temporal de las estructuras laríngeas y supralaríngeas y aumenta según aumenta la severidad de la descoordinación motora propia de este tipo de disartria, por lo que se pueden tomar de referencia para la evaluación del habla.

Los diptongos de las tres palabras estudiadas muestran transiciones significativamente más lentas en el grupo disártrico al igual que en investigaciones anteriores (Tjaden y Wilding, 2004:766; Rosen, Goozée y Murdoch, 2008:49; Hartelius, Schalling, Krull y Lindblom, 2010:54; Delgado e Izquierdo, 2016:74). Los problemas de coordinación motora provocan movimientos de la lengua lentos e inexactos en tiempo, duración y rango, lo que provoca pendientes del F2 menores que las encontradas en sujetos sin daño neurológico. A medida que estos problemas motores se incrementan se observa un descenso en velocidad en las transiciones.

Las dos medidas acústicas utilizadas en este trabajo presentan en la disartria atáxica una relación inversa con un alto grado de correlación. A medida que aumenta el VOT, disminuye la velocidad de las transiciones y viceversa. La sintomatología atáxica afecta de igual forma a la velocidad en la que se produce el cambio de la configuración del tracto vocal en las transiciones y al tiempo que transcurre entre la articulación oral en el final de una consonante oclusiva y los mecanismos laríngeos requeridos para producir la vibración de las cuerdas vocales.

Estas dos medidas acústicas permiten detectar la disartria y conocer cambios en la severidad de la misma aportando datos de manera temprana sobre la posible

evolución de enfermedades neurodegenerativas o sobre la eficacia de la terapia logopédica.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUZOU, P.; C. ÖZSANCAK, R. J. MORRIS, M. JAN, F. EUSTACHE y D. HANNEQUIN (2000): «Voice onset time in aphasia, apraxia of speech and dysarthria: a review», *Clinical Linguistics & Phonetics*, 14, pp. 131-150.
- BOERSMA, P. y D. WEENINK (2014): *Praat: doing phonetics by computer. (Version 5.4.04)*. [Computer program].
<http://www.praat.org/> [20/11/14].
- DELGADO HERNÁNDEZ, J. (2010): «Inteligibilidad en la disartria atáxica. Estudio de un caso de atrofia olivo-ponto-cerebelosa», en F. Zenker y A. Angulo (eds): *Actas de la Asociación Española de Audiología. Últimos avances en audiología pediátrica*, Santa Cruz de Tenerife, AEDA, pp.175-180.
- DELGADO HERNÁNDEZ, J. y L. IZQUIERDO ARTEAGA (2016): «Relación entre las pendientes del segundo formante y las alteraciones motoras del habla en la disartria», *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 36, pp.71-76.
- GONZÁLEZ, R. A. y J. A. BEVILACQUA (2012): «Las disartrias», *Revista Hospital Clínico Universidad de Chile*, 23, pp. 299-309.
- HARTELIUS L.; E. SCHALLING, D. KRULL y B. LINDBLOM (2010): «Formant transitions in ataxic speech: the shape and speed of formant trajectories in individuals with multiple sclerosis and control speakers», *Journal of medical speech-language pathology*, 18, pp. 54-60.
- JUÁREZ, A. y M. MONFORT (1996): *Registro Fonológico Inducido*, Madrid, CEPE.
- LANSFORD, K. L. y J. M. LISS (2014): «Vowel acoustic in dysarthria: speech disorder diagnosis and classification», *Journal of speech, language and hearing research*, 57, pp. 57-67.
- MARTÍNEZ CELDRÁN, E. y X. VILLALBA (1995): «Las ecuaciones del locus y el punto de articulación en español», *Estudios de fonética experimental*, VII, pp. 85-109.

- MELLE, N. (2003): «Disartria en el daño cerebral adquirido: hacia un método global de evaluación», *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 23, pp. 20-29.
- MELLE, N. y C. GALLEGO (2012): «Differential Diagnosis between apraxia and dysarthria based on acoustic analysis», *The Spanish Journal of Psychology*, 15, pp. 495-504.
- MORRIS, R. J. (1989): «VOT and dysarthria: a descriptive study», *Journal of communication disorders*, 22, pp. 23-33.
- ROSEN, K. M.; J. V. GOOZÉE y B. E. MURDOCH (2008): «Examining the effects of multiple sclerosis on speech production: does phonetics structure matter?», *Journal of Communication Disorders*, 41, pp. 49-69.
- SCHIAVETTI, N. (1992): «Scaling procedures for the measurement of speech intelligibility», en R. D. Kent (ed.): *Intelligibility in Speech Disorders*, Amsterdam, Benjamins Pub, pp. 11-34.
- TJADEN, K. y G. E. WILDING (2004): «Rate and loudness manipulations in dysarthria: acoustic and perceptual findings», *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 47, pp. 766-783.
- TJADEN, K., E. RICHARDS, C. KUO, G. WILDING y J. SUSSMAN (2013): «Acoustic and perceptual consequences of clear and loud speech», *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 65, pp. 214-220.
- YUNUSOVA, Y.; J. R. GREEN, L. GREENWOOD, J. WANG, G. L. PATTEE y L. ZINMAN (2012): «Tongue movements and their acoustic consequences en amyotrophic lateral sclerosis», *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 64, pp. 94-102.

ANEXO I. PRUEBA DE IDENTIFICACIÓN DE ESTÍMULOS VERBALES

Modelo A:

- *Palabras cortas-largas:* Moto, boca, pie, ojo, pan, niño, dedo, ducha, toro, sol, palmera, tortuga, zapato, cuchara, teléfono, mariposa, escoba, campana, lavadora, semáforo.
- *Pseudopalabras cortas-largas:* Moti, niño, lan, tedo, mol tote, nupu, tico, lluso, tuche, balmera, portuga, zamato, tenéfono, marisapo, patago, gotapa, lonara, bapocote, icopañaca.
- *Frases lógicas/predecibles-absurdas/no predecibles:* Estoy en casa. La casa está sucia. Tengo miedo. Me llamo Pepe. La música me gusta. El abuelo está sordo. Estoy cansado. No tengo hambre. Mañana lloverá. El café está caliente. El coche color loco. La niña es bobo. Soy grande y coche. La música se come. Tengo ganas de azul. El avión está tosiendo. Mañana es hoy. El niño tiene rubio. Hablo con la silla. El pájaro tiene tos.

Modelo B:

- *Palabras cortas-largas:* Pino, vaca, taza, dama, casa, paz, fama, rata, par, sapo, payaso, chaqueta, moreno, mañana, abuelo, paquete, gusano, golosina, público, sabotaje.
- *Pseudopalabras cortas-largas:* Balo, vecha, jela, decha, queño, trusa, chamu, teña, ñan, coli, moñado, muchero, tohate, balete, ebjete, betigue, uvimatoe, floratina, miartico, paquegole.
- *Frases lógicas/predecibles-absurdas/no predecibles:* La moto hace ruido. El hombre es listo. No sabe cantar. Cuento con los dedos. La música relaja. Mañana irá al cine. La puerta chirría. Acostumbro a leer. Se marchó el viernes. La mesa es alta. La nube hace ruido. El periódico pasea. Ordenador se va alto. La hija del papel. El silencio hace ruido. Mañana fui al cine. Me comí un clavo. Dos y dos verde. Te hablo que oíste. El niño tiene viento.

Modelo C:

- *Palabras cortas-largas:* Palo, vela, tela, ducha, queso, bloc, foca, remo, mar, chino, mojado, mechero, tomate, maleta, objeto, escoba, vecino, regaliz, tesoro, enredado.
- *Pseudopalabras cortas-largas:* Paj, chama, raca, pir, ñapo, blito, atol, jal, mortu, vein, tiñera, lejuga, camane, paloja, mañela, tinyesa, jeriboa, kalicotea, ñoñisteo, muñamen.
- *Frases lógicas/predecibles-absurdas/no predecibles:* El coche hace ruido. El periódico informa. Eso no sirve. Se arregla demasiado. El árbol da frutos. Mi prima es morena. El estadio está lleno. No hay luz aquí. Gasto demasiado. Me queda grande. Me queda violeta. Tu olvida no te olvida. Te pego si despierto. Alto ven aquí ya. El árbol da sumas. El marisco es carne. En verano hace frío. No te quiero radio. Aunque venga adiós.

Modelo D:

- *Palabras cortas-largas:* Mapa, lobo, gato, moda, laca, yo, fecha, arco, miss, nido, tijera, lechuga, camino, paloma, madera, búfalo, caramelo, marinero, pirata, carcajada.
- *Pseudopalabras cortas-largas:* Sapa, lono, jato, moba, laqui, jalil, fatas, cuja, gueca, yape, pacate, busano, gosilona, túblico, sataboje, cherriton, cadiquear, lombeado, extiyesa, kingaco.
- *Frases lógicas/predecibles-absurdas/no predecibles:* El coche derrapó. La flecha se rompió. El que la hace la paga. Tengo que irme. El marisco está caro. Cepíllate los dientes. El concierto se canceló. En verano hace calor. Tu familia no te olvida. Trabajo en una oficina. Voy a jugar con soñar. Te doy y te escupo. Hay tres gatos clavos. Digo que nada de mucho. Acostumbro a ver. Hace frío en la alto. El camión vuela alto. Te veo viento del sur. Como un suelo rico. Ya terminé los azules.