
CAMBIOS EN LA ARTICULACIÓN DE LA PALABRA EN PACIENTES CON OCLUSIÓN CLASE III O MORDIDA ABIERTA ANTERIOR SOMETIDOS A CIRUGÍA ORTOGNÁTICA*

JOSÉ MANUEL VELÁSQUEZ O.***, JOSÉ N. RADIL L.***, MAURICIO HERNÁNDEZ V.****

RESUMEN. La presente investigación analizó los cambios en la articulación de la palabra (AP), los niveles de estridencia y sibilancia en pacientes con maloclusiones clase III o mordida abierta anterior sometidos a cirugía ortognática, con el fin de aportar e integrar conocimientos a la profesión odontológica en el manejo integral y multidisciplinario de dichas alteraciones.

La muestra incluyó dieciséis pacientes (doce mujeres y cuatro hombres), doce de ellos fueron atendidos en la Unidad de Cirugía Maxilofacial y Estomatología del Hospital Universitario San Vicente de Paúl, Medellín (Colombia), y los cuatro restantes fueron seleccionados en la consulta privada durante el periodo comprendido entre marzo y diciembre de 2001. La edad osciló entre los 16 y 37 años de edad, con un promedio de 23,8 años. Se incluyeron pacientes con oclusión clase III o mordida abierta anterior que fueron sometidos a procedimientos de cirugía ortognática. Para la evaluación de la AP se utilizó un software Sound Forge 5.0[®] de propiedad y licencia de la Emisora Cultural de la Universidad de Antioquia, en la búsqueda de cambios en la articulación de diversos fonemas que implican pronunciación dentoalveolar. Los resultados sugieren que luego de la corrección quirúrgica de las discrepancias esqueléticas se obtiene un cambio positivo en la articulación de la palabra para la mayoría de los pacientes.

Palabras clave: cirugía ortognática, prognatismo, fricación, mordida abierta sibilancia, estridencia.

ABSTRACT. This study analyzed the changes that occurred in the articulation of oral phonemes (AP), the levels of stridence and hissing in patients with class III malocclusion and / or anterior open bite and that were subjected to orthognathic surgery.

The sample consisted of 16 patients (12 females and 4 males), 12 of them were treated at the Stomatological and Maxillofacial Surgery Unit of the Hospital Universitario San Vicente de Paul, the other 4 were selected from private practice during the period of March and December 2001. The age range was between 16 and 37 years of age, with an average of 23,8 years. The sample included patients with class III malocclusion and / or anterior open bite that underwent orthognathic surgery. A Sound Forge 5.0[®] software, property of the radio station of University of Antioquia was used to look for changes in the articulation of various phonemes that imply dentoalveolar pronunciation. The results suggest that after the surgical correction of the skeletal discrepancies there is a positive change of the phonemes for the majority of patients.

Key words: orthognathic surgery, prognathism, open bite, hissing, stridence.

INTRODUCCIÓN

En la cavidad bucal y en el sistema osteomuscular que lo acompaña, se realizan múltiples funciones. El habla es el resultado final de la integración de varios sistemas, los cuales requieren la normalidad de las

estructuras de las cavidades bucal, nasal y paranasal, que actúan como cámaras resonadoras para constituir la válvula de emisión de sonidos bien formados del lenguaje. Las alteraciones en el crecimiento y

* Artículo derivado de la investigación financiada por el CODI, Universidad de Antioquia, requisito parcial para optar al título de Cirujano Oral y Maxilofacial del autor en la Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

** Odontólogo Especialista en Cirugía Oral y Maxilofacial, Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: josevelasquez@epm.net.co.

*** Odontólogo Especialista en Cirugía Oral y Maxilofacial, Profesor Titular Pre y Posgrado, Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: radi@epm.net.co.

**** Ingeniero Electrónico, Especialista en Bioingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: mauriciohernandez@hotmail.com.co.

VELÁSQUEZ O. JOSÉ MANUEL, JOSÉ N. RADIL L., MAURICIO HERNÁNDEZ V. Cambios en la articulación de la palabra en pacientes con oclusión clase III o mordida abierta anterior sometidos a cirugía ortognática. Rev Fac Odont Univ Ant, 2003; 15 (1): 6-16.

RECIBIDO: MAYO 20/2003 - ACEPTADO: FEBRERO 17/2004

desarrollo dentomaxilofacial (maloclusión clase III y las mordidas abiertas) ocasionan trastornos funcionales en varios componentes del sistema estomatognático, entre las que se cuentan alteraciones en la función de los articuladores bucales. Frecuentemente este tipo de discrepancias son corregidas por medio de procedimientos quirúrgicos, cuyos resultados finales deberían ser el mejoramiento cosmético y la función bucofaringea.

La mayoría de los estudios realizados para evaluar los cambios que ocurren en la producción del habla y la articulación de la palabra (AP) luego de procedimientos de cirugía ortognática coinciden en que ésta tiene efecto positivo.

Goodstein, Cooper y Wallace¹ realizaron un estudio para encontrar datos relacionados con los cambios en el habla, de cinco pacientes sometidos a una cirugía para la corrección del prognatismo mandibular con procedimientos de cirugía ortognática, y concluyeron que la cirugía tuvo efecto positivo. Todos los pacientes mostraron algún grado de problema en la AP prequirúrgico, incluyendo distorsiones, sustituciones y omisión de sonidos que mejoraron después del procedimiento quirúrgico.

Turvey, Journot y Epker² estudiaron los efectos de la cirugía ortognática sobre la articulación de la palabra en nueve pacientes quienes presentaban mordida abierta. Las pruebas realizadas se centraron en la evaluación de la articulación de palabras que incluían las consonantes /s/ y /z/ previa a la cirugía, a los tres, seis y doce meses posoperatorios. Ocho de los nueve pacientes fueron reportados por tener algún grado de dificultad en los sonidos de la /s/ y la /z/ antes de la cirugía. El tipo de error fue clasificado como sustitución o algún tipo de emisión distorsionada. Un año después de la cirugía, cinco de los ocho pacientes mejoraron completamente, mientras dos lo lograron en forma parcial. Un paciente empeoró luego del procedimiento quirúrgico. Glass³ en 1977 estudió la articulación de la palabra, la diadoquinesis lingual y el patrón de deglución en cinco pacientes adultos sometidos a tratamiento para el prognatismo mandibular. Todos mostraron disminución de los sonidos sibilantes. Witzel,⁴ evaluó la AP en 41 pacientes con diferentes clases de maloclu-

siones, 22 pacientes presentaron errores de articulación, incluyendo problemas de sibilancia. Esta fue encontrada en todos los pacientes excepto en el paciente con mordida abierta. Después de la cirugía el estado de la articulación y la producción de sonidos sibilantes mejoraron significativamente.

Ruscello⁵, evaluó una muestra de veinte pacientes con varias deformidades maxilomandibulares con el fin de encontrar sonidos sibilantes. La corrección quirúrgica de los defectos oclusales y esqueléticos consiguió mejoría en la destreza de la AP para la mayoría de los doce pacientes que exhibieron errores en la evaluación prequirúrgica. El nivel de errores preoperatorios del grupo aumentó durante el tiempo de remoción de la férula y luego disminuyó a niveles más bajos que los observados en el prequirúrgico. Aquellos sujetos, quienes no presentaron errores de articulación antes de la cirugía no mostraron deterioro en la AP posteriormente.

También han sido reportados varios estudios en los cuales los resultados obtenidos no son satisfactorios. Garber, Speidel y Marce⁶, estudiaron las habilidades de articulación de seis pacientes antes y después de la corrección quirúrgica de prognatismo maxilar. La AP antes del procedimiento quirúrgico fue evaluada entre los límites normales, pero en la evaluación posquirúrgica a los siete días los errores incrementaron y luego retornaron a los valores normales, en evaluaciones posteriores. Dalston y Vig⁷ investigaron los efectos de la cirugía ortognática en 40 mujeres y encontraron que no hubo cambios significativos en las evaluaciones de hipernasalidad, hiponasalidad y la AP. Aproximadamente el 1% de las consonantes fueron consideradas como error tanto pre como posquirúrgicas.

Los últimos estudios que han evaluado los errores en la AP y la producción de sonidos sibilantes han utilizado un análisis acústico, el cual ofrece una medida objetiva y confiable mediante el uso de un *software* diseñado para el análisis de archivos de sonidos digitalizados y elimina la imperfección de la evaluación subjetiva. Este método de evaluación es especialmente útil en la evaluación de sonidos fricativos, los cuales son muy difíciles de evaluar mediante los métodos perceptuales, además la

sensibilidad del análisis acústico en cambios de la AP produce resultados que no pueden ser apreciados en los perceptuales.

Bowers,⁸ evaluó cinco pacientes a los que se les realizó cirugía ortognática en cuatro tiempos; preortodóncico, ortodoncia prequirúrgica, posquirúrgico y ortodoncia posquirúrgica. El habla de todos los sujetos fue normal en los exámenes preceptuales. En el examen acústico hubo un cambio en la segunda frecuencia formante de la vocal /i/ inmediatamente después del tratamiento quirúrgico pero se corrigió en las evaluaciones posteriores lo que se interpretó como un fenómeno de adaptación articulatorio activo. Yakamoto,⁹ evaluó las características acústicas de la /s/ en catorce pacientes clase III, antes y seis meses después de cirugía. Antes de la cirugía el nivel del sonido para la letra /s/ era menor que en sujetos normales y el nivel posoperatorio mostró niveles normales.

El presente estudio enfoca su evaluación en el análisis de ciertos fonemas que podrían estar implicados en el cambio de posición de los elementos articuladores que resulta de una cirugía ortognática y en el cambio en la sibilancia de la letra /s/ y fricación de la letra /f/ en pacientes con oclusión clase III o mordida abierta anterior. Todos los reportes en la literatura que estudian la asociación entre las alteraciones del desarrollo del complejo craneomaxilofacial, la AP y los resultados producidos por la cirugía ortognática han sido realizados para sujetos de habla inglesa, con pruebas específicamente diseñadas

para ellos. No existe en nuestro medio un sistema de evaluación de alteraciones de articulación de la palabra adaptado y sustentado para el idioma español y no existe ningún estudio que evalúe dichas relaciones en pacientes que hablen español.

La presente investigación reporta los cambios en la AP en pacientes con maloclusión clase III o mordida abierta anterior sometidos a cirugía ortognática, con el fin de aportar e integrar conocimientos a la profesión odontológica en el manejo integral y multidisciplinario de dichas alteraciones. También se evalúan los cambios en los niveles de estridencia y sibilancia en pacientes con alteraciones del desarrollo maxilofacial luego de un procedimiento de cirugía ortognática.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio es del tipo prospectivo, descriptivo, longitudinal, con diseño intrasujeto (donde cada paciente es caso y control a la vez). El grupo experimental incluyó dieciséis pacientes (doce mujeres y cuatro hombres), doce de ellos fueron atendidos en la Unidad de Cirugía Maxilofacial y Estomatología del Hospital Universitario San Vicente de Paúl y los cuatro restantes fueron seleccionados en la consulta privada durante el periodo comprendido entre marzo y diciembre de 2001. Su edad osciló entre los 16 y 37 años de edad, con un promedio de 23,8 años. Los sujetos presentaron discrepancias maxilomandibulares de varias magnitudes (tablas 1 y 2), por lo que, se les realizó procedimientos quirúrgicos uni y bimaxilares.

Los criterios de selección se definieron de acuerdo con las siguientes características: Pacientes con oclusión clase III o mordida abierta anterior que fueron sometidos a procedimientos de cirugía ortognática, sin presencia de síndromes o alteraciones neurológicas asociados, no haber recibido cirugías maxilofaciales previas, sin prótesis removibles o totales, sin tramos edéntulos y sin antecedentes de terapia fonoaudiológica previa. Los pacientes fueron informados del propósito del

Tabla 1
Magnitud de la discrepancia maxilomandibular y tipo de procedimiento

CASO	EDAD	DISCREPANCIA (mm)	PROCEDIMIENTO
1	28	10	BIMAXILAR
2	18	8	BIMAXILAR
3	31	9	BIMAXILAR
4	21	14	BIMAXILAR
5	24	10	BIMAXILAR
6	23	12	BIMAXILAR
7	33	6	BIMAXILAR
8	21	4	UNIMAXILAR
9	22	4	UNIMAXILAR
10	24	11	BIMAXILAR
11	20	12	BIMAXILAR
12	16	6	BIMAXILAR
13	17	5	UNIMAXILAR
14	20	8	UNIMAXILAR
15	37	10	BIMAXILAR
16	27	7	BIMAXILAR

Tabla 2
Tipo de procedimiento según el maxilar intervenido

CASO	EDAD	LE FORT I ASCENSO	LE FORT I AVANCE	RETROCESO MANDIBULAR	MENTOPLASTIA
1	28		X	X	
2	18		X	X	X
3	31	X	X	X	
4	21		X	X	X
5	24	X		X	X
6	23	X	X	X	X
7	33	X	X	X	X
8	21	X	X		X
9	22			X	X
10	24	X	X	X	
11	20		X	X	
12	16	X		X	X
13	17	X	X		
14	20			X	
15	37		X	X	
16	27	X	X	X	

estudio y firmaron su respectivo consentimiento de aceptación por escrito. Las pruebas fonoaudiológicas fueron realizadas en una cabina de grabación de la Emisora Cultural de la Universidad de Antioquia, para poder conseguir la eliminación del ruido natural. Todos los procedimientos quirúrgicos fueron realizados por cirujanos graduados vinculados al Servicio de Cirugía Maxilofacial y Estomatología del Hospital Universitario San Vicente de Paúl, Medellín, Colombia.

Las pruebas para la evaluación de la AP se realizaron sometiendo las muestras o señales obtenidas del paciente durante la grabación a una serie de análisis digitales mediante la utilización del *software* específico para ello; Sound Forge 5.0®, propiedad y licencia de la Emisora Cultural de la Universidad de Antioquia. Se realizaron tres sesiones de grabación en cada paciente; prequirúrgico, tres y seis meses posterior a la cirugía. Un paciente se retiró voluntariamente del estudio sin la evaluación correspondiente a los seis meses, sin embargo los resultados de la evaluación de los tres meses se compararon con los demás.

Cada sesión consta a su vez de cinco grabaciones diferentes o tomas, en las cuales el paciente pronunció una lista de palabras prees-tablecidas para la obtención de los fonemas deseados, ubicados en diferentes partes de la palabra; inicial intermedia o final. Las palabras sometidas al examen fueron: **Cisne, dados, elefante, falda, guitarra, lápiz, rosas,**

semáforo, sol, tenedor y tiburón. Estas fueron seleccionadas para evaluar dificultades de articulación que se evidencian en la producción de la /t/, /d/, /s/, /f/ y /r/, cuando existen alteraciones de origen maxilomandibular. Para que no sea influenciada la pronunciación de la palabra por el paciente, se determinó que el mejor método de mostrarle las palabras por evaluar sería mediante una presentación aleatoria de dibujos en cada toma, utilizando un

software de manejo de imágenes que en nuestro caso fue Microsoft Power Point®. El paciente se ubicó de pie en la cabina frente al computador que le presentaría las imágenes, con su boca a 10 cm del micrófono. Se realizó una prueba previa a la grabación para configurar el equipo de grabación de acuerdo con las condiciones del paciente y evitar la saturación de las señales obtenidas y para familiarizar al paciente con los instrumentos.

Las muestras fueron sometidas a un procesamiento de la señal, que consistió básicamente en la eliminación del ruido eléctrico y la organización adecuada para su análisis. Una vez organizado el archivo, de cada palabra se seleccionó solamente una para ser analizada. En el proceso de selección de la palabra se tuvieron en cuenta tres criterios básicos: 1) Nivel de saturación, 2) inteligibilidad y 3) calidad de la señal en cuanto a número de armónicos, entendiéndose como preferible aquella que contenga mayor cantidad de estos.

El *software* permite analizar la señal capturada, en términos del tiempo y la amplitud. Este tipo de representación de la señal fue utilizada cuando estudiamos la sibilancia y la fricación (figura 1); sin embargo, mediante una fórmula matemática estos datos pueden ser transformados al dominio de la frecuencia (transformación rápida de Fourier)¹⁰ lo que permite analizar de manera más eficiente esta muestra (análisis espectral), puesto que los sonidos en la

naturaleza pocas veces son sonidos puros, es decir, casi nunca están compuestos por una sola frecuencia.

Esta investigación se ha concentrado en descubrir frecuencias e intensidades que componen los sonidos que hemos definido como pruebas clave para identificar cambios en la AP. Para la conversión matemática es importante la resolución, en este estudio se utilizó una transformación de Fourier de tamaño igual a 8.192 unidades y las tomas de audio se realizaron con una frecuencia de muestreo igual a 44.100 Hz, lo cual indica que se pudieron identificar cambios de audio ocurridos en eventos separados por más de 5,4 ms, resolución bastante buena para el propósito planteado.

El análisis inicial consistió en identificar picos de frecuencia, armónicos y frecuencias extrañas. Para poder analizar eficientemente esta muestra es necesario llevarla al espectro promedio de frecuencias (figura 2) por medio de la transformación de Fourier y al sonograma (figura 3). Este último reúne tres variables de mucha importancia; el tiempo, que permite definir exactamente el momento en el que ocurre determinado evento, la frecuencia, punto a punto a través del tiempo según la resolución seleccionada en el análisis y por último la amplitud de cada evento en decibeles, aumentando la precisión acerca de cuáles son las frecuencias e intensidades que componen cada fonema. En el análisis se utilizó para cada fonema una frecuencia principal o fundamental que lo caracteriza y otras frecuencias (componentes) secundarias. Cada una de estas particulariza la peculiaridad del sonido producido. Pero no basta analizar la componente de frecuencia fundamental y las componentes secundarias para tener una idea precisa del timbre y el color del sonido, también es necesario identificar la intensidad de los armónicos de cada uno de estos sonidos. La componente fundamental es aquella frecuencia en la cual se produce el pico máximo de amplitud y sus armónicos se calculan por medio de referencias matemáticas establecidas, determinando un punto exacto en el espectro.

Los datos recolectados (componente y armónicos) fueron la base del análisis de la evaluación, con ellos se construye una pendiente que determina la presencia o ausencia de frecuencias en la amplitud del

espectro y por medio de ella los cambios obtenidos en las diferentes sesiones. La pendiente indica de forma más precisa cómo fue el cambio en la producción del sonido de los diferentes fonemas a través del tiempo tanto en estridencia, timbre y en la AP (figura 4). Una pendiente se hace más negativa por la disminución en la intensidad de sus armónicos ubicados en altas frecuencias. Estudios realizados por Templin¹¹ sobre el habla aseguran que en condiciones anatómicas normales, una voz agradable, clara y suficientemente inteligible concentra sus frecuencias en un rango comprendido entre los 120 y los 5.000 Hz. De esta apreciación se desprende el hecho de que cambios porcentuales negativos en la pendiente, pueden considerarse como mejoría definitiva en la calidad sonora de la voz humana.

Otra de las pruebas que se realizó en el estudio es la que denominaremos análisis de sibilancia, fricación y estridencia. Sibilancia y fricación implican aumento del tiempo del roce de los elementos fonoarticuladores para las letras /s/ y /f/. Por lo tanto, esta prueba consistió en la medición del tiempo utilizado para la pronunciación de dichas consonantes y del pico de máxima frecuencia para la misma. La medición de duración del tiempo en la sesión quirúrgica se tomó como referencia para las evaluaciones posteriores, se realizó un cálculo porcentual acerca del cambio y se obtuvieron resultados positivos cuando el valor disminuyó y viceversa. La estridencia se define como un aumento anormal en la frecuencia fundamental dependiendo además de la formación de un sonido silbante. Cuando el sonido determinado para el análisis (pico máximo de frecuencia) se ubique en frecuencias muy altas entonces podremos decir que el sonido es estridente y viceversa. El cambio en la estridencia también fue analizado en forma porcentual de la misma forma que para la sibilancia, dado que el modelo experimental utilizado permite que cada paciente sea su caso y control al mismo tiempo y donde no existen valores normales de referencia. Por ello se supuso un nivel de estridencia normal en todos los pacientes y se calculó el cambio de frecuencia para saber si este es positivo o negativo y deducir si la estridencia aumentó o disminuyó. Se debe tener en cuenta que en algunos casos aunque la estridencia aumente puede mantenerse en los niveles normales y no constituya un problema.

El análisis estadístico se realizó en forma independiente para la articulación de los fonemas y para la sibilancia y fricación. Los resultados obtenidos fueron analizados por medio del *software* estadístico Start Graphics 2.0; se realizaron pruebas de hipótesis con un nivel de riesgo del 5%. En el análisis de la sibilancia, fricación y estridencia los datos arrojados por el estudio son muy variados, estos resultados complican el análisis por tener valores negativos y positivos al mismo tiempo, por eso fueron manejados en forma independiente los datos positivos y los negativos mediante estadística descriptiva.

RESULTADOS

La tabla 3 muestra los valores promedio para cada una de las pendientes de los diferentes fonemas; la pendiente fue calculada por medio de la variación en el tiempo de los componentes fundamentales y secundarias de cada fonema utilizado y la tabla 4 muestra el paratiempo (T) y la frecuencia (F), el número de pacientes con resultados positivos o negativos y el promedio obtenido de su variación en términos de porcentaje.

Tabla 3
Valores promedio pendientes según fonema y sesión

	PROMEDIO PENDIENTES											
	COMPONENTE 1			COMPONENTE 2			COMPONENTE 3			COMPONENTE 4		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
DA Inicial	-0,528	-0,563	-0,667	-0,494	-0,482	-0,514	-0,438	-0,522	-0,615	-0,438	-0,472	-0,537
DA Media	-0,624	-0,815	-0,820	-0,481	-0,483	-0,497	-0,348	-0,441	-0,408	-0,430	-0,363	-0,371
TI Inicial	-0,583	-0,863	-0,756	-0,419	-0,454	-0,461	-0,378	-0,458	-0,479	-0,333	-0,396	-0,372
TA Medio	-0,496	-0,553	-0,594	-0,408	-0,534	-0,487	-0,486	-0,472	-0,550	-0,449	-0,447	-0,577
RO Inicial	-0,696	-0,691	-0,585	-0,588	-0,478	-0,574	-0,522	-0,495	-0,461	-0,490	-0,444	-0,549
RO Medio	-0,843	-0,901	-0,897	-0,552	-0,440	-0,489	-0,358	-0,359	-0,434	-0,405	-0,338	-0,399
RRA Medio	-0,733	-0,880	-0,931	-0,507	-0,425	-0,566	-0,428	-0,431	-0,517	-0,418	-0,390	-0,442
R Final	-0,860	-0,871	-0,823	-0,433	-0,467	-0,380	-0,346	-0,334	-0,385	-0,381	-0,300	-0,343

S1: Prequirúrgico, S2: 3 meses posquirúrgico y S3: 6 meses posquirúrgico. Sílabas con los fonemas para aplicar; DA (dados), DA medio (falda), TI (tiburón), TA medio (guitarra), RO inicial (rosas), RO medio (semáforo), RRA medio (guitarra), R final (tenedor)

Tabla 4
Promedios de variación de resultados positivos y negativos según fonema y sesión.
3: 3 Meses posquirúrgico y 6: 6 Meses posquirúrgico

	MESES	DADOS		SOL		LÁPIZ		SEMÁFORO		CISNE		ELEFANTE		FALDA	
		3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6
T	(+) N	3	2	7	6	7	6	6	5	7	6	5	8	5	7
		X	9,96	2,20	45,67	87,83	19,78	18,79	18,93	68,80	27,24	23,72	28,90	16,66	125,87
	(-) N	13	13	9	9	9	9	10	10	9	9	11	7	11	8
		X	-16,58	-23,03	-12,30	-18,56	-21,77	-28,40	-27,43	-27,81	-24,40	-26,27	-14,39	-17,25	-38,33
F	(+) N	9	10	11	10	8	6	8	10	9	12	8	7	3	5
		X	1.842	1.811	367,4	1.066	2.862	3.494	2.643	2.495	1.313	677,7	745,3	1.033	2.141
	(-) N	7	5	5	5	8	9	8	5	7	3	8	8	13	10
		X	-31,61	-66,11	-55,86	-20,53	-183,9	-59,76	-34,31	-39,64	-40,62	-23,49	-69,73	-86,68	-50,89

T: Tiempo (+): Valores positivos N: Número pacientes
F: Frecuencia (-): Valores negativos X: Promedio

Análisis armónico de los sonidos correspondientes a los fonemas (tabla 3)

Los resultados indican que para la mayoría de las componentes de los fonemas aplicados en las sílabas: /DA/ inicial, /DA/ medio, /TI/ inicial, /TA/ medio y /RRA/ medio puede apreciarse aumento secuencial en la pendiente en las diferentes sesiones, lo que nos permite deducir que el sonido del fonema /DA/ logró definirse mucho más, pues los armónicos ubicados en altas frecuencias disminuyeron en su amplitud sin desaparecer, lo cual sería perjudicial, pues los armónicos son necesarios para definir el timbre del sonido. En este caso se puede decir con mucha seguridad que el resultado indica mucha más claridad en la producción del sonido. En ciertos componentes de algunos fonemas: tercera y cuarta componentes de /DA/ medio entre S2 y S3, cuarta componente /TI/ inicial, se observó una disminución en la pendiente, pero ese fenómeno solo ocurrió en las componentes cuyas frecuencias están ubicadas más alto dentro del espectro y para las cuales sus armónicos son por lo tanto también muy altos. Se supone que este hecho evidencia la presencia de cierto grado de ruido artificial y natural que no pudo ser eliminado alterando en cierto grado los resultados. Para entender esto es necesario recordar que una pendiente negativa indica que mientras más alta sea la frecuencia, más baja será la intensidad y hay un momento en el cual el ruido remanente se suma a la intensidad de las frecuencias altas causando este resultado.

El fonema /RO/ inicial presentó una tendencia creciente en la pendiente, diferente a lo que hemos observado hasta el momento para los demás fonemas hasta el punto de desaparecer, tal como se esperaba. Sabíamos que sonidos tan particulares como el de la letra /r/, se distinguen por altas intensidades en las componentes de frecuencia superiores, con alta sonoridad y exigencia fonoarticular. Este hecho fue diferente de los resultados de /RO/ medio donde la pendiente se hace más negativa, que como lo hemos venido mencionando tiene que ver con mayor definición del sonido. Esta respuesta es comparable a los otros fonemas y diferente al fonema que implica /r/ inicial puesto que aquel obliga mayor sonoridad,

la /r/ es una vibrante simple que presenta amplias dificultades en pacientes con prognatismo puesto que requiere de un tiempo específico de movimiento para su producción adecuada. En estos últimos casos lo esperado es que la pendiente disminuya y los armónicos aumenten su intensidad para hablar de mayor definición del sonido. En el fonema /r/ final los resultados estadísticos no permiten realizar un análisis utilizando estos promedios, dado que no cumple con los criterios de distribución de la muestra y por lo tanto no puede asimilarse para todos los pacientes.

Análisis de sibilancia y fricación

Realizar el análisis de estos datos ha sido un proceso bastante complejo, pues el comportamiento de las variables escogidas para ello no se ajustan a un patrón específico. Como se explicará más adelante, no se observa una relación estrecha entre los cambios de duración y los cambios de frecuencia. Las variaciones en el tiempo de los sonidos son independientes de las variaciones en las frecuencias. Sin embargo, es indiscutible el hecho de que se presentan grandes cambios tanto en la duración de los sonidos sibilantes y fricativos como en las frecuencias fundamentales de estos.

Análisis de sibilancia

Del análisis estadístico se desprende que el comportamiento de esta población es de tipo multimodal, debido a que la distribución de los datos no es una distribución estadística normal (tabla 4). La característica esperada para todos los fonemas evaluados de la consonante /s/ era una notable reducción en la duración del sonido que patológicamente es muy largo, en algunos casos como en las palabras dados, sol, semáforo, los resultados fueron satisfactorios puesto que un mayor porcentaje de pacientes redujeron considerablemente la duración del sonido sibilante tanto en S2 como en S3. En las palabras sol, cisne y lápiz se presentó un gran porcentaje al aumentar el tiempo, pero el hecho de ser una consonante inicial o de estar antecedida por una vocal cerrada implica una corta pronunciación en presencia de articuladores mal posicionados. Algunos pacientes en algunas consonantes, como en dados, extendieron la duración del sonido sibilante a los tres

meses, pero pudo observarse que a los seis meses tuvieron una tendencia de reacomodación hacia las condiciones iniciales.

Análisis de fricación

Los sonidos fricativos /f/ tuvieron un comportamiento que enfatizó la característica que hemos llamado reacomodación, pues en muchos casos a los tres meses ocurrió una disminución en la duración del sonido fricativo y a los seis meses dicho sonido se adaptó alcanzando la condición inicial en algunos casos y superando la duración inicial del sonido en otros.

Análisis de la estridencia

Los resultados obtenidos en el caso de la estridencia son bastante diferentes de los esperados. En nuestro concepto hubo problemas con la eliminación del ruido. Según los datos obtenidos el porcentaje de pacientes en quienes aumentó la estridencia es superior al número de pacientes en quienes la estridencia disminuyó. Teniendo en cuenta la característica ruidosa de las señales de muestra, es pertinente sugerir mayor inversión en la toma de la muestra.

DISCUSIÓN

Se ha considerado que la persona con un problema de articulación es aquella cuya producción de un fonema varía muy ampliamente en los valores normales. Una mala dinámica de la articulación interfiere en la comunicación y hace que el habla sea juzgada como anormal, cuando mayor sea el número de errores, menos inteligible será.

El test de articulación de Templin y Darley,¹¹ ha sido utilizado en varios estudios²⁻⁴ para el diagnóstico de problemas de la AP en niños y en adultos con daño neurológico y ha sido aplicado además en diferentes estudios que analizan el cambio en la AP de pacientes con alteraciones maxilofaciales sometidos a cirugía ortognática. Dada la subjetividad en su valoración cualitativa y a la ampliación del uso de la sistematización de señales de audio, cada vez es menos utilizado y ha sido reemplazado por lo que se conoce como el análisis acústico, que busca ser más obje-

tivo en la valoración de los cambios producidos en la AP. Este estudio diseñó un método de evaluación (análisis acústico) de la AP basado en la variación de la calidad del sonido en cuanto a timbre y color, analizando el comportamiento de los armónicos de las frecuencias fundamentales de un sonido dado, el cambio porcentual de la frecuencia principal del sonido silbante para detectar el nivel de estridencia y los cambios en la duración de los sonidos /s/ y /f/ para analizar sibilancia y fricación.

Existen otros métodos de evaluación acústicos presentados en reportes de la literatura^{8, 14} pero estos se han dedicado principalmente a la evaluación de la consonante /s/ dada su importancia en los cambios de la AP en el habla inglesa. Este estudio diseñó un listado propio de diecisiete palabras que buscaba evaluar una serie de fonemas que implicaran contacto alveolar, que fueran más fácilmente influenciados por el cambio en la posición y tamaño de los maxilares luego de la cirugía. Los fonemas utilizados en la prueba básica fueron ubicados en diferentes puntos de la palabra puesto que esto también interviene en la fuerza con que se emite.

La corrección ortodóncico-quirúrgica de anomalías dentomaxilofaciales, tales como la mordida abierta anterior y oclusión clase III, modifica la relación entre las diferentes estructuras anatómicas que componen el complejo estomatognático y debido al fenómeno bien conocido de adaptación neuromuscular, supone que paralelamente a la corrección de estas alteraciones se presenten también cambios en la dinámica articular de la palabra. Algunos estudios^{2-3, 6, 13-14} han logrado demostrar que la cirugía ortognática tiene un efecto positivo o negativo sobre la articulación de la palabra.

Los artículos reportados en la literatura^{1-3, 5-6, 14} que se dedican a evaluar la AP están basados en la evaluación subjetiva de errores conocidos como sustitución, omisión y distorsión en la pronunciación de una serie de palabras. Este estudio se concentra en el análisis armónico del sonido evaluando inteligibilidad mediante el timbre y el color, ambos con la utilización de un instrumento que se diseñó buscando conseguir escalas objetivas gracias a mediciones estandarizadas y sistematizadas.

Los resultados fueron satisfactorios puesto que mostraron una tendencia de mejor definición y claridad del sonido, hecho que fue comprobado por la disminución de la pendiente de casi todas sus componentes. El ruido artificial se convierte en un elemento que confunde el análisis porque al ubicarse en las frecuencias altas, se mezcla con las componentes mayores y sus armónicos. Hay un resultado interesante de analizar los fonemas /TA/ medio y /RRA/ medio, donde se presenta un aumento de la pendiente a los tres meses con una inversión de la misma a los seis meses, lo que sugiere que algún efecto de adaptación o cicatrización sucedió en ese periodo. Este fenómeno de adaptación ya ha sido reportado por Bowers y col.⁸ con el nombre de “acomodación activa articuladora”. El fonema /RO/ inicial también muestra resultados favorables aun teniendo la tendencia de disminución de sus pendientes puesto que la /r/ presenta la característica especial de exigir mayor vibración en esa ubicación y mayor exigencia del aparato fonoarticulador. Con estos resultados puede concluirse que el cambio, tanto a los tres como a los seis meses posquirúrgico, es favorable. Nuestros resultados están de acuerdo con lo que hasta ahora ha reportado la literatura^{1-5, 8, 9} como mejoría de la AP en pacientes sometidos a cirugía ortognática. Aspectos como la corrección de las alteraciones de sobremordida horizontal y vertical, la mejor relación bilabial, la competencia labial, la disminución de la altura facial anteroinferior o el mayor espacio para la acomodación de la lengua serían aquellos que en definitiva logran la mejoría en la AP.

Un aspecto desfavorable de este estudio es el número de pacientes de la muestra, puesto que es baja para poder realizar análisis más complejos y que estadísticamente tengan mayor significancia. Las principales causas de error de este estudio; como el ruido natural y artificial, las grandes diferencias en cuanto a la magnitud de la discrepancia, la subjetividad ínter e intraevaluador deben ser controladas para evitar la consecución de algunos datos confusos e inesperados. El diseño de este estudio implica que cada paciente es considerado como caso y control al mismo tiempo teniendo en cuenta la falta de referencia de valores normales sujeta al rigor del método investigativo.

Los resultados obtenidos en cuanto al tiempo indican que hubo disminución en la mayoría de los pacientes para las palabras dados, cisne y semáforo, mientras que para aquellos que tendían a aumentar se presenta un fenómeno de reacomodación a los seis meses tendiendo a disminuir a los valores prequirúrgicos. Para las palabras lápiz y sol se presenta mayor tendencia a aumentar el tiempo pero fue revisada la muestra y se encontró que algunos pacientes presentaban una corta omisión de la /s/, que se presenta frecuentemente en compañía de vocales cerradas y a nuestro juicio por el contrario fue corregida después de la cirugía. En la fricación de las palabras elefante y falda el comportamiento fue similar, y se consiguió disminución a los tres meses y reacomodación a los seis.

De todas las pruebas, la que arroja resultados más desconcertantes es la que se refiere a la estridencia, pues cuando se esperaba hipotéticamente que disminuyera, es mayor el número de pacientes que aumenta tanto en la prueba de los tres como los seis meses. Esta variación en los resultados esperados fue atribuida al ruido artificial o natural que no pudo ser eliminado de las muestras o incluso a errores del operador. Podría sugerirse entonces que al cambiar las relaciones de los componentes maxilofaciales hacia una posición más adecuada, se puede promover un cambio benéfico en relación con la sibilancia, pues la consecución de una buena relación dental anterior y por consiguiente un buen acople, el paciente reacomoda la lengua para la pronunciación de las consonantes dentoalveolares. Las características distintivas de las vocales y de las consonantes son originadas por la posición de la lengua y cualquier grupo de personas que hable el mismo lenguaje, efectuará básicamente los mismos movimientos de la lengua, es decir, que para que las vocales o consonantes resulten inteligibles para sus oyentes, el individuo debe practicarlas de la misma forma. Tanto la voz encubierta con foco de resonancia posterior como la débil y delgada con transporte anterior, pueden a veces modificarse positivamente mediante el trabajo directo en la modificación de la posición de la lengua.

Estos hallazgos proporcionan un pequeño indicio sobre el posible efecto de la cirugía ortognática so-

bre la fonación de los pacientes. Para obtener resultados estadísticamente significativos que sean aplicables clínicamente, se requieren estudios futuros con muestras mucho más grandes y en el que variables adicionales sean controladas.

CONCLUSIONES

- El método de evaluación empleado mostró eficiencia y confiabilidad y podría ser aplicado a la población en general como herramienta diagnóstica y evaluador terapéutico.
- Basados en los resultados del presente estudio y de los reportes de la literatura se puede decir que la corrección quirúrgica de las discrepancias esqueléticas como el prognatismo mandibular y la mordida abierta anterior promueven la mejoría en el aspecto articular de los pacientes, mejorando la calidad del habla.
- Los aspectos que respectan a la articulación de la AP que fueron estudiados, muestran índices de mejoría en los pacientes en cuanto a calidad, timbre, color, armonía e incluso inteligibilidad de la voz.
- La sibilancia y la fricación aunque arrojaron cierto grado de variabilidad, permitieron una tendencia de disminución importante. En las pruebas de articulación, sibilancia y fricación se muestra un fenómeno reacomodatorio de la voz, a patrones positivos o a la recuperación de los niveles quirúrgicos que puede ser atribuido al fenómeno de cicatrización de tejidos blandos, al periodo de adaptación neuromuscular y a un fenómeno de reaprendizaje autónomo del paciente.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a María Gladis Romero, fonoaudióloga, quien colaboró y asesoró al grupo de investigación en los conceptos de su profesión. Al programa de Cirugía Ortognática de la Unidad de Cirugía Maxilofacial y Estomatología del Hospital Universitario San Vicente de Paúl y a la Facultad de Odon-

tología de la Universidad de Antioquia, por aportar la mayor parte de los pacientes para la realización de la presente investigación.

CORRESPONDENCIA

José N. Radi L.

Correo electrónico: radi@epm.net.co.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Estridencia. Aumento anormal en la frecuencia de una consonante dada.

Sibilancia. Aumento anormal en el tiempo utilizado para la pronunciación de la consonante /s/.

Fricación. Tiempo que ocupa el roce de los elementos fonoarticuladores en la consonante /f/.

Componente fundamental. Elemento que denota la frecuencia fundamental de un sonido.

Armónicos. Frecuencias accesorias que hacen parte importante de la composición física del sonido y que lo convierte en un elemento complejo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Goodstein DB, Cooper D, Wallace I. The Effect on Speech of Surgery for Correction of Mandibular Prognathism. A preliminary Report. *Oral Surg.* 1974; 37(6): 846-849.
2. Turvey TA, Journot V, Epker N. Correction of anterior open bite deformity: A study of tongue function, speech changes, and stability. *J Maxillofac Surg.* 1976; 4: 93-102.
3. Glass I, Knapp J, Bloomer H. Speech and Lingual Behavior Before and After Mandibular Osteotomy. *J Oral Surg.* 1977;35: 104-109.
4. Witzel MA, Ross RB, Munro A. Articulation Before and After Facial Osteotomy. *J Maxillofac Surg.* 1986; 8: 195-202.
5. Ruscello DM, Tekieli ME, Jakomis T, Cook I, Van Sickels JE. The Effects of Orthognathic Surgery on Speech Production. *Am J Orthod.* 1986; 9(3): 237-241.
6. Garber SR, Speidel TM, Marce G. The Effects on Speech of Surgical Premaxillary Osteotomy. *Am J Orthod.* 1981; 79 (1): 54-61.
7. Dalston RM, Vig PS. Effects of the Orthognathic Surgery on speech: A prospective study. *Am J Orthod.* 1984; 86:291-296.

FIGURA 3
Sinograma e espectrograma

8. Bowers J, Tobey EA, Shaye R. An acoustic-speech study of patients who received orthognatic surgery. *Am J Orthod.* 1985; 88:373-377.
9. Yakamoto T, Imai T, Umeda K. Acoustic characteristics of the fricatives in the surgical class III patients, en Morimoto T, Matsuya T, Takada K. *Brain and Oral Functions: Oral motor function and dysfunction.* Amsterdam; Elsevier, 1995. p. 611-615.
10. Sears, Zemansky, Young. *Física del sonido.* 6.ª ed. Panamericana, México: 1986.
11. Templin MC, Darley FL. *The Templin-Darley Tests of Articulation.* Iowa. Bureau of Educartional Research and Service. 1960.
12. Lee A, Whitehill TL, Ciocca V, Samman N. Acoustic and perceptual analysis of the sibilant sound /S/ before and after Orthognatic Surgery. *J Oral and Maxillofac Surg.* 2002; 60:364-372.
13. Schwartz C, Graner F. Logopedic findings following advancement of the maxilla. *J Maxillofac Surg.* 1976; 4: 40-55.
14. Goldsmith OH, Berkman MD, Soprintzen RJ, Rothschild D, Triegen N. Functional adaptation of the speech and swallowing mechanism following surgical correction of dentofacial deformities. Abstract 145, Third International Cleft Palate Congress, Toronto, Canada. 1977.

Figura 1
Amplitud Versus Tiempo

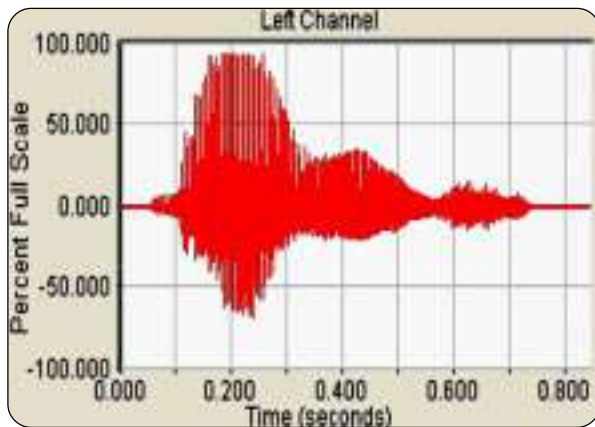


Figura 2
Transformación de fourier

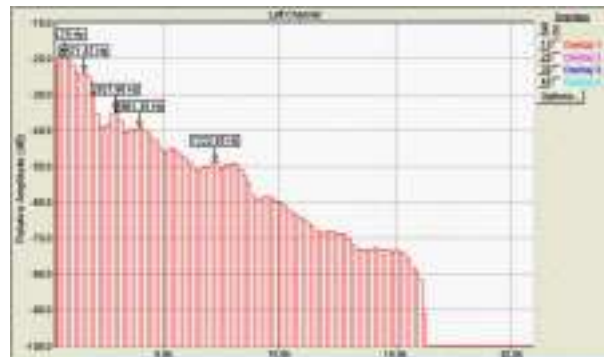


FIGURA 3
Sonograma o espectrograma

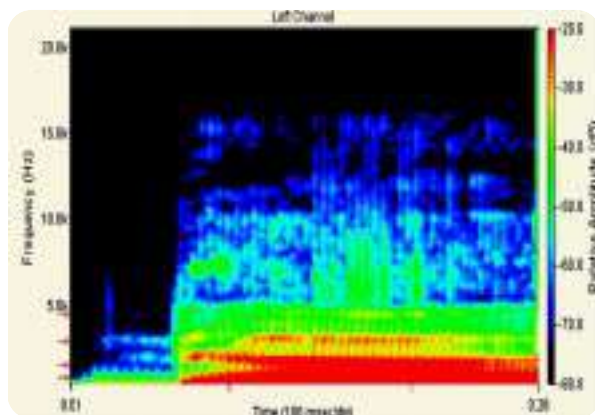


Figura 4
Pendientes de los fonemas

