



Universidad Autónoma de Querétaro  
 Facultad de Medicina  
 Especialidad en Odontopediatría

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA DE LOS  
 MÚSCULOS MASETERO Y TEMPORAL EN NIÑOS CON DISTOCCLUSIÓN  
 TRATADOS CON ORTOPEDIA FUNCIONAL.**

Opción de titulación  
**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de  
 Especialidad en Odontopediatría

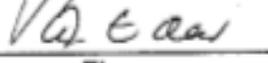
**Presenta:**  
 CD Jessica Sarahi Viveros Martínez

Dirigido por:  
 CDEO Mauricio López Jiménez

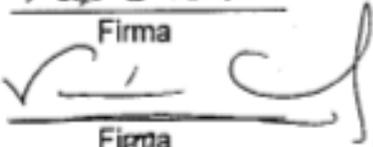
CDEO Mauricio López Jiménez  
 Presidente

  
 Firma

D en C Aide Terán Alcocer  
 Secretario

  
 Firma

CDEO Claudia Verónica Cabeza Cabrera  
 Vocal

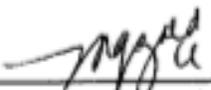
  
 Firma

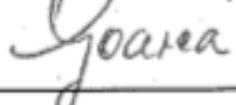
CDEO Adriana Itzel Vázquez Alba  
 Suplente

  
 Firma

CDMO Mónica Clarisa Ortiz Villagómez  
 Suplente

  
 Firma

  
 Dra. Guadalupe Zaldivar Lelo de  
 Larrea  
 Directora de la Facultad

  
 Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña  
 Directora de Investigación y Posgrado

Centro Universitario  
 Querétaro, Qro.  
 Junio 2018

## RESUMEN

La electromiografía es el estudio de la función muscular a través del análisis de las señales eléctricas producidas durante la contracción muscular. La disfunción muscular tiene un impacto sobre la oclusión. Los aparatos de ortopedia funcional actúan directamente sobre el sistema neuromuscular, permitiendo el desarrollo óseo de los maxilares llevando a los dientes a ocupar una posición funcional y estética. **Objetivo:** Determinar si la actividad electromiográfica de los músculos masetero y temporal aumentará tras la utilización de aparatos ortopédicos funcionales que promuevan la corrección de la distoclusión. **Material y métodos:** Se realizó un estudio de tipo prospectivo, longitudinal, observacional y comparativo sobre una muestra de 26 niños de entre 6 y 12 años con distoclusión, a quienes se les colocó un aparato de ortopedia funcional. Se realizaron 3 registros de la actividad electromiográfica de los músculos masetero y temporal en posición de reposo y máxima intercuspidadación al inicio del tratamiento, al mes y los 3 meses de uso. Para detectar las diferencias estadísticamente significativas entre los grupos se aplicaron las pruebas U de Mann Whitney y ANOVA. Se realizó la prueba Post hoc de Tukey cuando los resultados de ANOVA fueron significativos. La significancia estadística fue establecida en  $p < 0.05$  utilizando el paquete estadístico GraphPath Prism. **Resultados:** Se observó un incremento significativo de la actividad electromiográfica del músculo temporal en posición de reposo ( $p=0.0045$ ) y máxima intercuspidadación ( $p=0.0021$ ) y del músculo masetero durante la máxima intercuspidadación ( $p=0.0024$ ). **Conclusiones:** Los aparatos ortopédicos funcionales que promueven la corrección de la distoclusión son capaces de provocar cambios neuromusculares que posteriormente resulten en un equilibrio muscular y un desarrollo armónico de la mandíbula.

(**Palabras clave:** electromiografía de superficie, músculos masetero, músculo temporal, distoclusión, aparatos funcionales)

## SUMMARY

Electromyography is the study of muscle function through the analysis of the electrical signals produced during muscular contraction. Muscle dysfunction has an impact on occlusion. The functional orthopedics appliances act directly on the neuromuscular system, allowing the bone development of the jaws leading the teeth to occupy a functional and aesthetic position. **Objective:** To determine if the electromyographic activity of the masseter and temporal muscles will increase after the use of functional orthopedic appliances that promote the correction of distocclusion. **Material and methods:** A prospective, longitudinal, observational and comparative study was carried out on a sample of 26 children between 6 and 12 years old with distocclusion, to whom a functional orthopedic appliance was placed. Three records of the electromyographic activity of the masseter and temporal muscles in the resting position and maximum intercuspation were made at the beginning of the treatment, at month and 3 months of use. To detect the statistically significant differences between the groups, the Mann Whitney U and ANOVA tests were applied. The Tukey Post hoc test was performed when the results of ANOVA were significant. Statistical significance was established at  $p < 0.05$  using the GraphPath Prism statistical package. **Results:** A significant increase was observed in the electromyographic activity of the temporal muscle in rest position ( $p = 0.0045$ ) and maximum intercuspation ( $p = 0.0021$ ) and of the masseter muscle during maximum intercuspation ( $p = 0.0024$ ). **Conclusions:** The functional orthopedic appliances that promote the correction of distocclusion can cause neuromuscular changes that subsequently result in a muscular balance and a harmonious development of the jaw.

**(Key words:** surface electromyography, masseter muscle, temporal muscle, distocclusion, functional orthopedic appliances)

A mis padres, por su apoyo incondicional, su amor infinito y su esfuerzo diario para verme cumplir esta meta.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo financiero otorgado para la elaboración de esta investigación

A mi director de tesis, C.D.E.O. Mauricio López Jiménez por su apoyo y guía inestimable para la realización de este trabajo, así como a la D. en C. Aide Terán Alcocer, por su orientación y colaboración para llevar a cabo esta investigación.

Al D. en C.E.E. Rubén Domínguez Pérez, por su asesoría y empeño para la realización de esta tesis, asimismo a todos mis maestros por compartir sus valiosos conocimientos.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
1.1 Revisión de la literatura.....	9
1.2 Planteamiento del problema .....	15
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
2.1 Objetivo General .....	15
2.2 Objetivos específicos .....	15
<b>3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>16</b>
3.1 Sujeto experimental .....	16
3.2 Métodos .....	16
3.3 Análisis estadístico.....	21
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>22</b>
4.1 Resultados .....	22
4.2 Discusión .....	24
4.3 Conclusión .....	37
<b>5. REFERENCIAS .....</b>	<b>39</b>
<b>6. APÉNDICE.....</b>	<b>45</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo temporal.....	22
Tabla 2. Actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo masetero.....	22
Tabla 3. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo temporal en posición de reposo respecto al género.....	23
Tabla 4. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo temporal en máxima intercuspidadación respecto al género .....	24
Tabla 5. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo masetero en posición de reposo respecto al género.....	25
Tabla 6. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo masetero en máxima intercuspidadación respecto al género .....	26
Tabla 7. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo temporal en posición de reposo respecto a la edad.....	27
Tabla 8. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo temporal en máxima intercuspidadación respecto a la edad.....	28
Tabla 9. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo masetero en posición de reposo respecto a la edad.....	29
Tabla 10. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo masetero en máxima intercuspidadación respecto a la edad.....	30
Tabla 11. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo temporal en posición de reposo respecto al tipo de aparato .....	31
Tabla 12. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo temporal en máxima intercuspidadación respecto al tipo de aparato.....	32

Tabla 13. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo masetero en posición de reposo respecto al tipo de aparato ..... 33

Tabla 14. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo masetero en máxima intercuspidación respecto al tipo de aparato..... 34

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Revisión de la literatura

#### *Electromiografía*

La electromiografía (EMG) es el estudio de la función muscular a través del análisis de las señales eléctricas producidas espontáneamente o durante la contracción voluntaria (Medrano y Palomino, 2008).

La base estructural de la electromiografía es la unidad motora, compuesta por un grupo de fibras musculares que funcionan juntas y una neurona motora que las controla. Cuando la neurona motora dispara un potencial de acción, todas las fibras musculares en la unidad motora se contraen. Este potencial eléctrico se disipa en los tejidos circundantes (Meenakshi y Ashima, 2001).

Las primeras contribuciones logradas con la aplicación de la electromiografía fueron en el campo de la neurología y la neurociencia, ampliándose posteriormente a otras especialidades incluida la odontología, con el objetivo de evaluar el funcionamiento del sistema masticatorio, los resultados de pacientes sometidos a tratamientos correctivos craneomandibulares o cirugía ortognática, además, es un elemento diagnóstico de trastornos temporomandibulares, hiper o hipo actividad muscular, o diferentes grados de maloclusión dependientes de la contracción de la musculatura determinante de la morfología facial (Felício et al., 2006; Klasser y Okeson, 2006; Castroflorio et al., 2008; Medrano y Palomino, 2008; Melo y Bianchini, 2016).

Aunque los hallazgos de la electromiografía pueden no ser patognomónicos de una enfermedad específica, o proveer por sí solos un diagnóstico definitivo, si resultan de gran importancia (Medrano y Palomino, 2008).

Existen 2 tipos de electromiografía: la electromiografía intramuscular y la electromiografía de superficie (Sumonsiri y Thongudomporn, 2017).

Para el registro de la EMG intramuscular se utilizan electrodos de aguja que se insertan a través de la piel en los músculos a explorar (Medrano y Palomino, 2008; Sumonsiri y Thongudomporn, 2017).

Los electrodos de aguja registran los potenciales de acción de cada unidad motora individualmente, por lo que, se obtiene información del funcionamiento integral de todo el sistema motor a partir de una contracción voluntaria leve del musculo estudiado (Woźniak et al., 2013; Sumonsiri y Thongudomporn, 2017).

Proporcionan registros de gran calidad y especificidad que permiten identificar diferentes enfermedades neurológicas que afecten cualquier componente de la unidad motora, la unión neuromuscular y el músculo (González, 2008; Medrano y Palomino, 2008).

No obstante, la electromiografía intramuscular no permite realizar un registro de la actividad eléctrica de todo el músculo, incluso puede llegar a causar infección e incomodidad (Sumonsiri y Thongudomporn, 2017).

Para la electromiografía de superficie (EMGs) se utilizan electrodos de superficie que se colocan sobre la piel que recubre los músculos (Medrano y Palomino, 2008).

Los electrodos de superficie detectan los potenciales de acción de la unidad motora superpuestos y sumados de muchas fibras musculares (Woźniak et al., 2013; Sumonsiri y Thongudomporn, 2017).

No ofrecen riesgos ni complicaciones, exploran mayor área del músculo y pueden registrar espontáneamente señales de músculos adyacentes, por lo que, son inespecíficos, sin embargo, sirven para evaluar los cambios de la actividad eléctrica muscular global durante el reposo, el estrés y la contracción muscular máxima. Básicamente, evalúan el patrón de contracción y los cambios de amplitud (Armijo-Olivo et al.,2007; González, 2008; Medrano y Palomino, 2008; Medrano et al., 2016, Sumonsiri y Thongudomporn, 2017).

La fiabilidad y precisión de la electromiografía de superficie dependerá de la posición de los electrodos en relación con el músculo en estudio, la impedancia de la piel y el ruido externo (Castroflorio et al., 2008; Sumonsiri y Thongudomporn, 2017).

Para reducir la impedancia de la piel y mejorar el contacto piel-electrodo, se requiere frotar la piel, limpiarla con alcohol y afeitar el vello (Armijo-Olivo et al., 2007; Sumonsiri y Thongudomporn, 2017).

La edad, el género, la temperatura, el estrés y el grosor de la piel son factores fisiológicos que también pueden afectar la señal electromiográfica (Klasser y Okeson, 2006; Sumonsiri y Thongudomporn, 2017).

En la masticación, deglución y fonación intervienen numerosos músculos: temporales, maseteros, pterigoideos medial y lateral, digástrico, milohioideo, geniohioideo, mentoniano, orbicular de la boca, entre otros, sin embargo, los músculos que se han estudiado mayoritariamente en la electromiografía han sido los temporales y maseteros, por ser más accesibles, de mayor tamaño y fácilmente localizables mostrando resultados aceptables (Felício et al., 2006; González, 2008; Melo y Bianchini, 2016; Sumonsiri y Thongudomporn, 2017).

El músculo temporal es un músculo ancho, plano, en forma de abanico que recubre la fosa temporal. La contracción de sus fibras anteriores y medias eleva la mandíbula y cierra la boca. La contracción de sus fibras anteriores también está involucrada en la propulsión y la contracción de las fibras posteriores en la retropulsión de la mandíbula. El músculo temporal es especialmente sensible a la interferencia oclusal y es responsable de la posición de la mandíbula en la dirección vertical (Tecco et al., 2011).

El músculo masetero es un músculo rectangular, corto, fuerte y grueso, que se extiende desde el arco cigomático hasta el ángulo de la mandíbula, cubriendo la mandíbula lateralmente eleva fuertemente la mandíbula y cierra la boca. La contracción de sus fibras musculares superficiales implica la propulsión, mientras

que la contracción de las fibras profundas está involucrada en la retropulsión de la mandíbula (Linsen et al., 2009).

Para la localización del músculo temporal el electrodo se coloca dos centímetros por encima del arco cigomático, y dos centímetros detrás del canto externo del ojo y para el músculo masetero el electrodo se coloca un centímetro inferior al ángulo de la mandíbula, aunque este músculo se delimita fácilmente mediante la palpación de la contracción muscular al apretar los dientes (González, 2008).

El complejo maxilofacial se compone del sistema esquelético, el sistema muscular y los dientes, que en condiciones de armonía funcional proporcionan una oclusión equilibrada (Medrano et al., 2016).

La disfunción muscular es un factor causal o influyente en la aparición de maloclusiones, disfunciones en la articulación temporomandibular, dolor miofacial, fatiga, entre otros problemas que pueden ser detectados a través de la electromiografía (Medrano et al., 2016).

### *Distoclusión*

Las maloclusiones afectan a una gran parte de la población, siendo el tercer problema de salud pública bucodental (Medrano y Palomino, 2008).

La primera clasificación de maloclusiones fue dada por Angle en 1899, se basa en la relación anteroposterior de los primeros molares permanentes superiores e inferiores, siendo la clasificación más utilizada, sin embargo, tiene el inconveniente de solo representar la relación dental en el plano sagital y no la relación esquelética, y no siempre corresponden (Al-Hamlan et al., 2015).

De acuerdo con esta clasificación, se denomina clase II cuando la cúspide mesiovestibular del primer molar superior se encuentra por mesial del surco vestibular del primer molar inferior. La clase II se subdivide en clase II-1, la cual se caracteriza por la vestibularización de los incisivos superiores y la clase II-2, en la

cual los incisivos centrales superiores están retroclinados y los laterales superiores proclinados (Martínez et al., 2008)

La distoclusión se caracteriza por una posición más posterior de la mandíbula en relación con el maxilar en el plano sagital ocasionada por retrusión mandibular, protrusión maxilar o una combinación de ambos, siendo la retrusión mandibular el hallazgo más consistente (Ngan et al., 1997; Cozza et al., 2006; Feldens et al., 2016).

La maloclusión clase II división 1, tiene una alta prevalencia entre diferentes poblaciones (Cuevas et al., 2013)

Las consecuencias de este tipo de maloclusión son problemas estéticos, mayor riesgo de lesiones traumáticas dentales, proyección deficiente del mentón, arcos con apiñamiento dental, dimensiones reducidas de las vías respiratorias y reducción de la actividad funcional de los músculos de la masticación (Cuevas et al., 2013; Batool et al. 2015; Feldens et al., 2016).

La relación anteroposterior de los arcos dentales está condicionada predominantemente por factores genéticos. Sin embargo, se ha sugerido que la alimentación materna o artificial también pueden ejercer un impacto en el crecimiento y desarrollo craneofacial, debido al potencial de inducción del sistema neuromuscular en el crecimiento de las estructuras craneofaciales y el desarrollo de la oclusión (Feldens et al., 2016).

Feldens et al. (2016) observaron que los niños que utilizan biberón tienen tres veces más probabilidades de presentar distoclusión e incluso los niños que dejan de usarlo tienen 2 veces más probabilidades de presentar dicha maloclusión.

Las fuerzas hacia arriba y afuera ejercidas por la lengua durante la succión estimulan el crecimiento de la premaxila y los movimientos mandibulares el crecimiento mandibular. Por el contrario, las fuerzas del músculo buccinador

dirigidas hacia atrás durante la alimentación por biberón restringen el desarrollo de la mandíbula (Agarwal et al., 2016).

### *Ortopedia Funcional*

La Ortopedia Funcional de los maxilares es la rama de la Odontología cuyo objetivo es remover interferencias indeseables durante el crecimiento y desarrollo fisiológicos de las estructuras estomatognáticas, actuando directamente sobre el sistema neuromuscular, encargado del desarrollo óseo de los maxilares, el cual puede llevar a los dientes a ocupar sus posiciones funcionales y estéticas (Simões, 2004).

La principal razón para el uso de aparatos funcionales es establecer el equilibrio muscular, eliminar la disfunción oral y permitir una longitud adecuada del maxilar y la mandíbula (Santamaría-Villegas et al., 2017).

Los efectos de los aparatos de ortopedia funcional sobre las estructuras estomatognáticas son cambios dentoalveolares, redirección del crecimiento mandibular, restricción del movimiento hacia delante de la parte media de la cara, alteración de la expresión del crecimiento mandibular, redirección adaptativa del patrón de crecimiento de la cavidad glenoidea y cambios adaptativos en la anatomía funcional neuromuscular que inducen la remodelación ósea (Wangsrimgkol et al., 2012).

Los aparatos ortopédicos funcionales diseñados para el tratamiento de las distoclusiones mantienen la mandíbula permanentemente en una posición protruida deseada terapéuticamente, con el objetivo de incrementar la longitud mandibular mediante el remodelado condilar. Inicialmente, la colocación del aparato da como resultado un desplazamiento del cóndilo en la cavidad glenoidea (Franchi y Baccetti, 2006; Kinzinger et al., 2007).

Aparatos ortopédicos funcionales como el SN1 (modelo suave deslizante), SN6 (modelo especial de escudos labiales) y Bimler estándar están indicados para

el tratamiento de las maloclusiones Clase II división 1 (Simões, 2004, García et al., 2014).

La EMG es un método útil para evaluar la rehabilitación de la musculatura orofacial en niños sometidos a tratamiento ortopédico (Medrano et al., 2016)

## 1.2 Planteamiento del problema

A pesar de existir diversos estudios que han evaluado la actividad eléctrica de los músculos masetero y temporal en niños con distoclusión después de la utilización de aparatología ortopédica funcional, los resultados son muy variables, observando en algunos casos aumento, en otros disminución o incluso en algunos estudios no se encontraron cambios significativos de la actividad eléctrica muscular, posiblemente influenciados por variables fisiológicas como la edad o el sexo, el tipo de aparato y la región donde se realiza el estudio.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Determinar si la actividad electromiográfica de los músculos masetero y temporal aumentará tras la utilización de aparatos ortopédicos funcionales que promuevan la corrección la distoclusión.

### 2.2 Objetivos específicos

Medir la actividad electromiográfica antes de colocar un aparato de ortopedia funcional que promueva la corrección de la distoclusión.

Medir la actividad electromiográfica 1 mes después de colocar un aparato de ortopedia funcional que promueva la corrección de la distoclusión.

Medir la actividad electromiográfica 3 meses después de colocar un aparato de ortopedia funcional que promueva la corrección de la distoclusión.

Comparar la actividad electromiográfica en los 3 diferentes tiempos de observación.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Sujeto experimental**

Se trabajó con 26 niños de 6 a 12 años con Clase II división I que acudieron al posgrado de Odontopediatria de la clínica Dr. Benjamín Moreno Pérez de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro en el año 2017.

Se realizó un estudio prospectivo, longitudinal, observacional y comparativo. Se incluyeron niños de 6 a 12 años con clase II división 1 por retrognatismo que requerían un aparato de ortopedia funcional, cuyos padres aceptaron que participaran en el estudio. Los niños Clase I, Clase II división 2 y Clase III fueron excluidos. Se eliminaron los niños que no acudían a sus citas control o no seguían las instrucciones de uso del aparato.

#### **3.2 Métodos**

Posterior a la autorización del comité de investigación de la FMUAQ se comienza con la recepción de niños de entre 6 y 12 años. Se les realizó la historia clínica de Odontopediatria y posteriormente, se les remitió una orden para la toma de radiografía lateral de cráneo.

Una vez obtenida la radiografía, se colocó un papel de trazado cefalométrico, se realizaron los trazados cefalométricos de Petrovic y Bimler.

En el análisis de Petrovic se obtiene el ángulo ANB para determinar la clase esquelética.

Punto A: Punto más posterior de la curvatura anterior del proceso alveolar del maxilar.

Punto N: Punto más anterior de la sutura frontonasal.

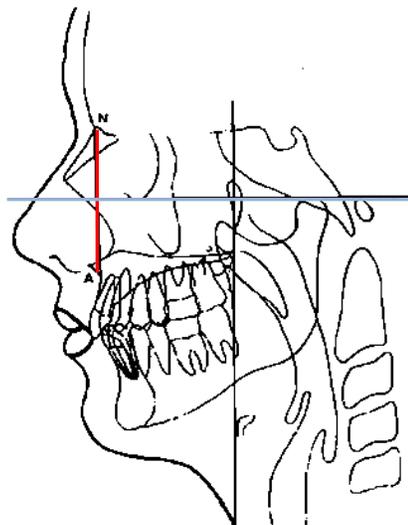
Punto B: Punto más posterior del proceso alveolar de la mandíbula.

Su valor normal es de  $2 \pm 2^\circ$ . Un valor disminuido indica mesioclusión mientras que un valor aumentado indica distoclusión.

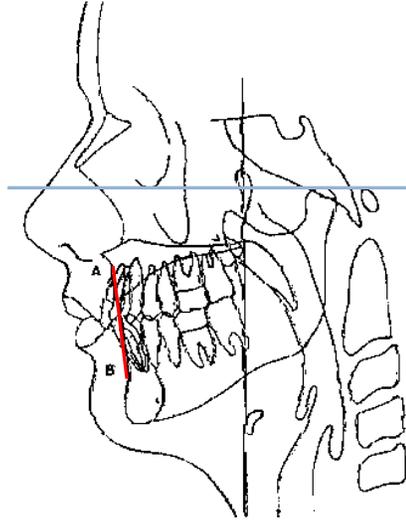


En el trazado de Bimler se obtiene el Factor 1 (ángulo N-A) y 2 (ángulo A-B) para diagnosticar el origen de la clase esquelética.

El valor normal del ángulo N-A es de  $0^\circ$ . Si el punto A se encuentra por delante del punto N indica protrusión maxilar, por lo contrario, si el punto A se localiza por detrás del punto N indica retrusión maxilar.



El valor esperado del ángulo A-B es de  $0^\circ$ . Si el punto B se encuentra al frente del punto A indica prognatismo mandibular, mientras que, si el punto B se encuentra atrás del punto A indica retrognatismo mandibular.



Se seleccionaron los pacientes que obtuvieron diagnóstico de distoclusión por retrognatismo mandibular.

Se explicó e invitó al niño y a los tutores a ser partícipe de la presente investigación y se extendió consentimiento informado.

Se firmó el consentimiento informado por los tutores y se agendó una cita para realizar la primera electromiografía.

Se formuló una ficha (apéndice 1) que permitió realizar el registro de edad, sexo, el tipo de aparato y la fecha de la toma de las electromiografías.

Se utilizó un electromiógrafo de superficie modelo MP150 de la marca BIOPAC Systems, Inc.

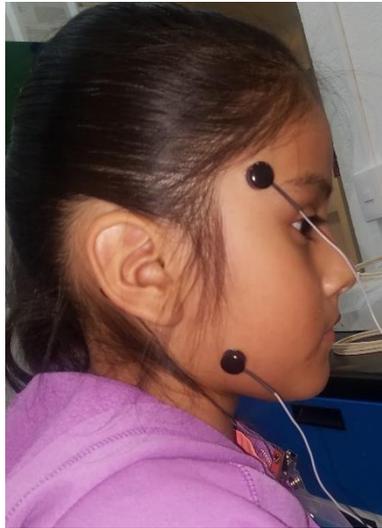
El primer estudio electromiográfico se realizó de la siguiente manera:

- 1.- Se sentó al niño en una posición relajada.
- 2.- Se realizó asepsia de las zonas cutáneas a tratar con alcohol etílico.



3.- Se colocaron los electrodos con gel aislante en el haz superficial del músculo masetero y fibras anteriores del músculo temporal de cada lado. Para ubicar el electrodo sobre el músculo temporal el electrodo se colocó 2 cm por encima del arco cigomático y dos centímetros detrás del canto externo del ojo. El músculo masetero se delimitó fácilmente mediante la palpación de la contracción muscular al apretar los dientes.





4.- Se tomaron registros de la actividad electromiográfica en reposo, y máxima intercuspidad voluntaria durante 30 segundos cada uno, con descanso de 5 minutos entre cada registro.



5.- Se removieron los electrodos

6.- Se colocó el aparato de ortopedia funcional.

7.- Se dieron instrucciones de uso del aparato.

8.- Se agendó la cita para realizar posteriormente el segundo registro al cumplir el mes de tratamiento.

9.- El segundo estudio electromiográfico al mes de la colocación del aparato de ortopedia funcional se realizó siguiendo los mismos pasos realizados durante el primer estudio.

10.- Se agendó la cita para realizar subsiguientemente el tercer registro al cumplir 3 meses de tratamiento.

11.- El tercer estudio electromiográfico a los 3 meses de la colocación del aparato de ortopedia funcional se realizó siguiendo los mismos pasos realizados durante el primer y segundo estudio.

12.- Se recopilaron los resultados de los estudios electromiográficos y se procedió a llenar la base de datos.

### 3.3 Análisis estadístico

Los datos por ser cuantitativos están expresados en media, desviación estándar y rango. Para determinar la distribución de las variables se realizó el test Kolmogorov-Smirnov. Para detectar las diferencias estadísticamente significativas entre los grupos se aplicaron las pruebas U de Mann Whitney y ANOVA. Se realizó la prueba Post hoc de Tukey cuando los resultados de ANOVA fueron significativos.

La significancia estadística fue establecida en  $p < 0.05$  utilizando el paquete estadístico GraphPath Prism.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

En la Tabla 1 se muestra la actividad electromiográfica del músculo temporal en donde se observó un aumento significativo de la actividad electromiográfica tanto en posición de reposo como en máxima intercuspidadación después de 3 meses de tratamiento.

**Tabla 1. Actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo temporal**

	Inicial (n=26)	1 mes (n=26)	3 meses (n=26)	Valor de p
		X $\pm$ DE (Rango)		
<b>Reposo</b>	20.32 $\pm$ 20.23 (0 - 69)	23.96 $\pm$ 15.65 (0 - 62)	39.36 $\pm$ 22.52 (0 - 87)	0.0045*
<b>MIC</b>	137.31 $\pm$ 60.05 (55 - 282)	156.5 $\pm$ 55.72 (52 - 289)	192.92 $\pm$ 50.51 (106 - 302)	0.0021*

X: Media; DE: Desviación Estándar. Prueba de ANOVA; Existió diferencia estadísticamente significativa al comparar reposo de 3 meses Vs 1 mes y Vs Inicial, y al comparar máxima intercuspidadación de 3 meses Vs Inicial. Prueba de Tuckey. \* Estadísticamente Significativo.

En la Tabla 2 se presenta la actividad electromiográfica del músculo masetero en posición de reposo y máxima intercuspidadación en la cual se observó un incremento significativo de la actividad electromiográfica durante la máxima intercuspidadación después de 3 meses de uso de aparatología ortopédica funcional.

**Tabla 2. Actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo masetero**

	Inicial (n=26)	1 mes (n=26)	3 meses (n=26)	Valor de p
		X $\pm$ DE (Rango)		
<b>Reposo</b>	49.52 $\pm$ 29.93 (3 - 99)	48.8 $\pm$ 29.45 (2 - 94)	64.84 $\pm$ 28.61 (8 - 104)	0.0982
<b>MIC</b>	186.92 $\pm$ 63.35 (59 - 295)	208.35 $\pm$ 54.68 (79 - 300)	244.26 $\pm$ 54.96 (108 - 368)	0.0024*

X: Media; DE: Desviación Estándar. Prueba de ANOVA; Existió diferencia estadísticamente significativa al comparar máxima intercuspidadación de 3 meses Vs Inicial, Prueba de Tuckey. \* Estadísticamente Significativo.

En la tabla 3 se expone una comparativa respecto al género de la actividad electromiográfica del músculo temporal en posición de reposo, en donde se apreció un incremento significativo de la actividad electromiográfica en el género femenino después de 3 meses de tratamiento.

**Tabla 3. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo temporal en posición de reposo respecto al género**

	<b>Femenino (n=15)</b>	<b>Masculino (n=11)</b>	<b>Valor de p<sup>β</sup></b>
	X ± DE (Rango)		
<b>Inicial</b>	22.33 ± 20.78 (0 - 69)	20 ± 20.39 (0 - 56)	0.6212
<b>1 mes</b>	25.26 ± 13.18 (5 - 43)	22.72 ± 19.11 (0 - 62)	0.4516
<b>3 meses</b>	44.46 ± 22.44 (4 - 87)	30.81 ± 21.08 (0 - 63)	0.1460
<b>Valor de p<sup>μ</sup></b>	0.0057*	0.4364	

X: Media; DE: Desviación Estándar. β: Prueba U de Mann Whitney; μ: Prueba de ANOVA; Existió diferencia estadísticamente significativa al comparar femenino de 3 meses Vs 1 mes y Vs Inicial, Prueba de Tuckey. \* Estadísticamente Significativo.

En la tabla 4 se muestra una comparación de la actividad electromiográfica del músculo temporal en máxima intercuspidad respecto al género, en la cual se observó un incremento de la actividad electromiográfica significativamente mayor en el género femenino después de 3 meses de uso de aparatos de ortopedia funcional.

**Tabla 4. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo temporal en máxima intercuspidad respecto al género**

	Femenino (n=15)	Masculino (n=11)	Valor de $p^\beta$
		X $\pm$ DE (Rango)	
<b>Inicial</b>	146.66 $\pm$ 59.09 (60 - 282)	124.54 $\pm$ 61.77 (55 - 270)	0.2992
<b>1 mes</b>	160.93 $\pm$ 58.77 (52 - 289)	150.45 $\pm$ 53.45 (75 - 235)	0.6452
<b>3 meses</b>	199.86 $\pm$ 42.09 (125 - 272)	183.45 $\pm$ 61.06 (106 - 302)	0.2993
<b>Valor de <math>p^\mu</math></b>	0.0276*	0.0790	

X: Media; DE: Desviación Estándar.  $\beta$ : Prueba U de Mann Whitney;  $\mu$ : Prueba de ANOVA; Existió diferencia estadísticamente significativa al comparar femenino de 3 meses Vs Inicial, Prueba de Tuckey. \* Estadísticamente Significativo.

En la tabla 5 se presenta una comparativa de la actividad electromiográfica del músculo masetero en posición de reposo respecto al género, en donde se observó un incremento de la actividad electromiográfica significativamente mayor en el género masculino después de 3 meses de tratamiento con aparatos de ortopedia funcional.

**Tabla 5. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo masetero en posición de reposo respecto al género**

	<b>Femenino (n=15)</b>	<b>Masculino (n=11)</b>	<b>Valor de p<sup><math>\beta</math></sup></b>
		X $\pm$ DE (Rango)	
<b>Inicial</b>	48.73 $\pm$ 34.28 (3 - 99)	50.7 $\pm$ 24.18 (10 - 92)	0.7555
<b>1 mes</b>	52.27 $\pm$ 30.38 (8 - 94)	43.6 $\pm$ 28.69 (2 - 89)	0.3367
<b>3 meses</b>	57.86 $\pm$ 28.90 (8 - 97)	75.3 $\pm$ 26.70 (8 - 104)	0.1854
<b>Valor de p<sup><math>\mu</math></sup></b>	0.7241	0.0311*	

X: Media; DE: Desviación Estándar.  $\beta$ : Prueba U de Mann Whitney;  $\mu$ : Prueba de ANOVA; Existió diferencia estadísticamente significativa al comparar masculino de 3 meses Vs 1 mes, Prueba de Tuckey. \* Estadísticamente Significativo.

En la tabla 6 se muestra una comparación de la actividad electromiográfica del músculo masetero en máxima intercuspidadación respecto al género, en la cual se apreció un incremento de la actividad electromiográfica significativamente mayor en el género masculino después de 3 meses de uso de aparatos de ortopedia funcional.

**Tabla 6. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo masetero en máxima intercuspidadación respecto al género**

	<b>Femenino (n=15)</b>	<b>Masculino (n=11)</b>	<b>Valor de p<sup>β</sup></b>
	X ± DE (Rango)		
<b>Inicial</b>	199.93 ± 47.06 (132 - 266)	169.18 ± 79.58 (59 - 295)	0.2325
<b>1 mes</b>	205.6 ± 55.79 (79 - 285)	212.09 ± 55.60 (136 - 300)	0.8353
<b>3 meses</b>	235.87 ± 49.95 (108 - 292)	255.73 ± 61.70 (161 - 368)	0.6779
<b>Valor de p<sup>μ</sup></b>	0.1295	0.0172*	

X: Media; DE: Desviación Estándar. β: Prueba U de Mann Whitney; μ: Prueba de ANOVA; Existió diferencia estadísticamente significativa al comparar masculino de 3 meses Vs Inicial, Prueba de Tuckey. \* Estadísticamente Significativo.

En la tabla 7 se expone una comparación de la actividad electromiográfica del músculo temporal en posición de reposo entre rangos de edades de 6-8 y 9-12 años, siendo el grupo de 9-12 años el que mostró un incremento significativo de la actividad electromiográfica después de 3 meses de tratamiento.

**Tabla 7. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo temporal en posición de reposo respecto a la edad**

	<b>6-8 años (n=13)</b>	<b>9-12 años (n=13)</b>	<b>Valor de p<sup>β</sup></b>
	X ± DE (Rango)		
<b>Inicial</b>	22.38 ± 22.38 (0 - 69)	20.31 ± 18.70 (0 - 55)	0.9795
<b>1 mes</b>	24.61 ± 14.44 (2 - 43)	23.77 ± 17.37 (0 - 62)	0.8937
<b>3 meses</b>	32 ± 20.66 (4 - 72)	45.38 ± 23.07 (0 - 87)	0.1583
<b>Valor de p<sup>μ</sup></b>	0.4279	0.0053*	

X: Media; DE: Desviación Estándar. β: Prueba U de Mann Whitney; μ: Prueba de ANOVA; Existió diferencia estadísticamente significativa al comparar 9-12 años de 3 meses Vs 1 mes Vs Inicial, Prueba de Tuckey. \* Estadísticamente Significativo.

En la tabla 8 se presenta una comparativa de la actividad electromiográfica del músculo temporal en máxima intercuspidadación entre rangos de edades de 6-8 y 9-12 años, en la cual se observó un incremento de la actividad electromiográfica significativo en el grupo de 9-12 años después de 3 meses uso de aparatología ortopédica funcional.

**Tabla 8. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo temporal en máxima intercuspidadación respecto a la edad**

	<b>6-8 años (n=13)</b>	<b>9-12 años (n=13)</b>	<b>Valor de p<sup>β</sup></b>
		X ± DE (Rango)	
<b>Inicial</b>	141.31+66.60 (55-270)	133.31 ± 55.17 (58 - 282)	0.8173
<b>1 mes</b>	145+61.59 (52-235)	168 ± 48.87 (86 - 289)	0.3556
<b>3 meses</b>	192.31+59.27 (106-302)	193.54 ± 42.45 (125 - 272)	0.7583
<b>Valor de p<sup>μ</sup></b>	0.0818	0.0128*	

X: Media; DE: Desviación Estándar. β: Prueba U de Mann Whitney; μ: Prueba de ANOVA; Existió diferencia estadísticamente significativa al comparar 9-12 años de 3 meses Vs Inicial, Prueba de Tuckey. \* Estadísticamente Significativo.

En la tabla 9 se muestra una comparación de la actividad electromiográfica del músculo masetero en posición de reposo respecto a la edad, en la cual no se observaron diferencias significativas entre los grupos de 6-8 y 9-12 años.

**Tabla 9. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo masetero en posición de reposo respecto a la edad**

	<b>6-8 años (n=13)</b>	<b>9-12 años (n=13)</b>	<b>Valor de p<sup>β</sup></b>
		X ± DE (Rango)	
<b>Inicial</b>	54.67 ± 32.73 (5 - 99)	44.77 ± 26.97 (3 - 90)	0.2931
<b>1 mes</b>	44.92 ± 28.41 (8 - 90)	52.38 ± 31.08 (2 - 94)	0.4999
<b>3 meses</b>	72.42 ± 25.53 (19 - 98)	57.85 ± 30.87 (8 - 104)	0.2087
<b>Valor de p<sup>μ</sup></b>	0.0702	0.5354	

X: Media; DE: Desviación Estándar. β: Prueba U de Mann Whitney; μ: Prueba de ANOVA.

En la tabla 10 se expone una comparación de la actividad electromiográfica del músculo masetero en máxima intercuspidadación entre rangos de edades de 6-8 y 9-12 años, en donde se observó un aumento significativo de la actividad electromiográfica en el grupo de 9-12 años en comparación con el grupo de 6-8 años después de 3 meses tratamiento con aparatos ortopédicos funcionales.

**Tabla 10. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo masetero en máxima intercuspidadación respecto a la edad**

	<b>6-8 años (n=13)</b>	<b>9-12 años (n=13)</b>	<b>Valor de p<sup>β</sup></b>
		X ± DE (Rango)	
<b>Inicial</b>	204.46 ± 59.15 (59 - 295)	169.38 ± 64.78 (71 - 284)	0.1510
<b>1 mes</b>	215.92 ± 59.71 (79 - 288)	200.77 ± 50.39 (136 - 300)	0.3293
<b>3 meses</b>	256.08 ± 54.62 (173 - 368)	232.46 ± 54.84 (108 - 292)	0.4571
<b>Valor de p<sup>μ</sup></b>	0.0709	0.0274*	

X: Media; DE: Desviación Estándar. β: Prueba U de Mann Whitney; μ: Prueba de ANOVA; Existió diferencia estadísticamente significativa al comparar 9-12 años de 3 meses Vs Inicial, Prueba de Tuckey. \* Estadísticamente Significativo.

En la tabla 11 se muestra una comparación de la actividad electromiográfica del músculo temporal en reposo respecto al tipo de aparato empleado para el tratamiento de la Clase II división 1, en la cual no se observaron diferencias significativas de la actividad electromiográfica entre los aparatos Bimler A, SN1 y SN6 luego de 3 meses de uso.

**Tabla 11. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo temporal en posición de reposo respecto al tipo de aparato**

	<b>Bimler A (n=7)</b>	<b>SN1 (n=14)</b>	<b>SN6 (n=5)</b>	<b>Valor de p</b>
		<b>X <math>\pm</math> DE (Rango)</b>		
<b>Inicial</b>	27.28 $\pm$ 19.48 (0 - 55)	22.23 $\pm$ 22.01 (0 - 69)	5.6 $\pm$ 4.28 (0 - 9)	0.1444
<b>1 mes</b>	24.14 $\pm$ 16.35 (5 - 43)	23.15 $\pm$ 17.79 (0 - 62)	25.8 $\pm$ 9.88 (10 - 35)	0.9682
<b>3 meses</b>	41.43 $\pm$ 20.6 (4 - 67)	38.46 $\pm$ 20.35 (9 - 72)	38.8 $\pm$ 34.16 (0 - 87)	0.9296
<b>Valor de p</b>	0.2176	0.1373	0.0734	

X: Media; DE: Desviación Estándar. Prueba de ANOVA.

En la tabla 12 se presenta una comparativa de la actividad electromiográfica del músculo temporal en máxima intercuspidad respecto al tipo de aparato utilizado, en la cual se observó un aumento significativo de la actividad electromiográfica en los pacientes tratados con SN1 en comparación con los que utilizaron Bimler A y SN6 después de 3 meses de uso.

**Tabla 12. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo temporal en máxima intercuspidad respecto al tipo de aparato**

	<b>Bimler A (n=7)</b>	<b>SN1 (n=14)</b>	<b>SN6 (n=5)</b>	<b>Valor de p</b>
		X $\pm$ DE (Rango)		
<b>Inicial</b>	152.28 $\pm$ 79.22 (60 - 282)	124 $\pm$ 46.35 (55 - 202)	153.6 $\pm$ 69.27 (85 - 270)	0.4622
<b>1 mes</b>	142.86 $\pm$ 78.67 (52 - 289)	149.93 $\pm$ 47.15 (75 - 234)	194 $\pm$ 25.69 (172 - 235)	0.1872
<b>3 meses</b>	189.71 $\pm$ 53.05 (125 - 272)	188.78 $\pm$ 57.91 (106 - 302)	209 $\pm$ 20.58 (190 - 242)	0.7030
<b>Valor de p</b>	0.4463	0.0063*	0.0726	

X: Media; DE: Desviación Estándar. Prueba de ANOVA; Existió diferencia estadísticamente significativa al comparar SN1 de 3 meses Vs Inicial, Prueba de Tuckey. \* Estadísticamente Significativo.

En la tabla 13 se expone una comparación de la actividad electromiográfica del músculo masetero en reposo respecto al tipo de aparato utilizado para la corrección de la distoclusión, en la cual no se observaron diferencias significativas de la actividad electromiográfica entre los aparatos Bimler A, SN1 y SN6 después de 3 meses de uso.

**Tabla 13. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo masetero en posición de reposo respecto al tipo de aparato**

	<b>Bimler A (n=7)</b>	<b>SN1 (n=14)</b>	<b>SN6 (n=5)</b>	<b>Valor de p</b>
		X $\pm$ DE (Rango)		
<b>Inicial</b>	54.71 $\pm$ 31.11 (16 - 99)	54.46 $\pm$ 26.25 (5 - 92)	29.4 $\pm$ 35.02 (3 - 90)	0.2255
<b>1 mes</b>	47.14 $\pm$ 24.71 (9 - 78)	47 $\pm$ 34.23 (2 - 94)	55.8 $\pm$ 24.75 (22 - 90)	0.8324
<b>3 meses</b>	64.43 $\pm$ 25.90 (8 - 86)	67.08 $\pm$ 29.05 (8 - 104)	59.6 $\pm$ 36.39 (21 - 97)	0.9017
<b>Valor de p</b>	0.5092	0.2146	0.3126	

X: Media; DE: Desviación Estándar. Prueba de ANOVA.

En la tabla 14 se muestra una comparativa de la actividad electromiográfica del músculo masetero en máxima intercuspidadación respecto al tipo de aparato empleado, en donde se observó un aumento significativo de la actividad electromiográfica en los pacientes tratados con SN1 en comparación con los que utilizaron Bimler A y SN6 luego de 3 meses de uso.

**Tabla 14. Comparación de la actividad electromiográfica ( $\mu\text{V}$ ) del músculo masetero en máxima intercuspidadación respecto al tipo de aparato**

	Bimler A (n=7)	SN1 (n=14)	SN6 (n=5)	Valor de p
		X $\pm$ DE (Rango)		
<b>Inicial</b>	219.57 $\pm$ 36.38 (155 - 266)	163.78 $\pm$ 65.34 (59 - 284)	206 $\pm$ 70.91 (133 - 295)	0.1068
<b>1 mes</b>	201.86 $\pm$ 69.78 (79 - 281)	214 $\pm$ 52.13 (136 - 300)	200 $\pm$ 47.5 (157 - 255)	0.8166
<b>3 meses</b>	226.28 $\pm$ 66.48 (108 - 290)	249.5 $\pm$ 42.43 (161 - 327)	254.8 $\pm$ 74.83 (108 - 368)	0.5846
<b>Valor de p</b>	0.7336	0.0007*	0.2389	

X: Media; DE: Desviación Estándar. Prueba de ANOVA; Existió diferencia estadísticamente significativa al comparar SN1 de 3 meses Vs 1 mes Vs Inicial, Prueba de Tuckey. \* Estadísticamente Significativo.

## 4.2 Discusión

En el presente trabajo de investigación, las señales electromiográficas fueron obtenidas de los músculos temporal y masetero, los cuales han sido ampliamente utilizados en estudios previos debido a su fácil localización.

Los resultados muestran que la actividad electromiográfica de los músculos masetero y temporal durante la máxima intercuspidadación incrementó significativamente después de 3 meses de tratamiento con aparatos funcionales. En ese contexto, este estudio confirma los resultados de otros que informaron un aumento de la actividad eléctrica durante el máximo apretamiento en niños con Clase II división 1 durante distintos periodos de tratamiento con aparatos funcionales (Erdem et al. 2009; Yagci et al., 2010; Satygo et al., 2014) ocasionado por un aumento de la tensión ósea y con ello, una mayor fuerza es liberada al apretar los dientes.

En cuanto a la posición de reposo, los resultados muestran un incremento significativo de la actividad eléctrica del músculo temporal después de 3 meses de tratamiento, mientras que la actividad electromiográfica del músculo masetero no tuvo cambios significativos. Posiblemente esta diferencia es debida a que, como lo demostraron Ma et al. (2013) y Petrović et al. (2014), independientemente del tipo de oclusión, el músculo temporal es más activo durante la posición de reposo que el músculo masetero.

En el presente estudio no se observaron diferencias significativas al comparar la actividad eléctrica de los músculos temporal y masetero en posición de reposo y máxima intercuspidadación entre el sexo femenino y masculino, sin embargo, si se observó un incremento significativo de la actividad electromiográfica del músculo temporal tanto en reposo como en máxima intercuspidadación en el género femenino, por el contrario, la actividad electromiográfica del músculo masetero en reposo y máxima intercuspidadación aumentó significativamente en el grupo del género masculino, ambos después de 3 meses de tratamiento, estos resultados se

relacionan con los obtenidos por Ferrario et al. (1993), los cuales analizaron la actividad electromiográfica de los músculos temporal anterior y masetero en mujeres y hombres con normoclusión observando una mayor actividad del músculo temporal en mujeres y del músculo masetero en hombres. Lo cual podría explicar los resultados obtenidos, ya que después de empleada la terapéutica se busca obtener valores lo más cercanos posibles a los obtenidos en pacientes con normoclusión.

En este estudio también se obtuvo un incremento significativo de la actividad electromiográfica de los músculos masetero y temporal en reposo y máxima intercuspidadación en los niños con rangos de edades de entre 9 y 12 años en comparación con los niños de 6 a 8 años. Diversos estudios han reportado que los aparatos ortopédicos funcionales muestran mayores efectos cuando son colocados durante el pico de crecimiento puberal (Franchi y Baccetti, 2006; Kinzinger et al., 2007; Perinetti et al., 2017). Aunque cada individuo se caracteriza por tener su propio ritmo de crecimiento y se requeriría realizar un análisis carpal o de maduración ósea de las vértebras cervicales para conocer si el niño se encuentra en el pico de crecimiento puberal, la edad promedio en niños mexicanos de acuerdo con un estudio realizado por Ruíz (1997) es de 13.27 años en los niños y de 11.33 años en las niñas. Según los resultados obtenidos por Wagar et al. (2016) en individuos clase II este pico dura 7 meses aproximadamente.

Múltiples estudios han evaluado los cambios de la actividad electromiográfica producidos tras la utilización de aparatos que promuevan la corrección de la distoclusión, como los aparatos tipo Herbst (Panherz y Anehus-Panherz, 1980; Leung y Hägg, 2001), Twin-Block (Aggarwal et al. 1999), activadores (Uner y Darendeliler, 1999; Erdem et al. 2009), Trainers Pre-Ortodónticos (Tartaglia et al., 2009; Satygo et al., 2014), entre otros. sin embargo, no se encontró reportado ningún artículo que evaluara los aparatos SN1, SN6 y/o Bimler estándar. En base a los resultados obtenidos en este estudio, el aparato de ortopedia funcional SN1 produjo un incremento significativo de la actividad electromiográfica después de 3

meses de uso en comparación con el SN6 y Bimler estándar, donde no se encontraron diferencias significativas.

### 4.3 Conclusión

La disfunción muscular tiene un impacto sobre la oclusión, no solamente de los músculos de la masticación sino de todos los músculos que involucran la deglución, la respiración, la fonación y la masticación, por lo que la rehabilitación de la musculatura como parte del tratamiento correctivo debe ser considerada.

La maloclusión clase II división 1 es un problema común en la consulta, estos individuos muestran una actividad funcional reducida de los músculos, por ello, el tratamiento con aparatología ortopédica funcional suele ser el de elección, con el objetivo de utilizar las fuerzas ejercidas por los músculos de la masticación, la lengua, los carrillos y los labios para provocar cambios neuromusculares que resulten en un equilibrio muscular con el subsecuente desarrollo armónico de la mandíbula.

En este trabajo de investigación, el aparato SN1 mostró cambios significativos de la actividad electromiográfica, lo que sugiere su utilización como un método efectivo para establecer una función muscular adecuada.

Se deben tomar en cuenta las variables fisiológicas de edad y género, ya que en pacientes con una oclusión normal la actividad eléctrica de los músculos difiere en cuanto al sexo y podríamos caer en el error de desear alcanzar valores de normalidad que no corresponden. Además, como se demostró en este artículo, la edad ideal para realizar el tratamiento con aparatología ortopédica funcional sería durante o cercano a el pico de crecimiento puberal con el fin de obtener resultados efectivos en menor tiempo.

Se recomienda en estudios posteriores establecer parámetros de normalidad de la actividad electromiográfica para, en base a ellos, realizar comparaciones y metas a alcanzar durante el tratamiento.

El odontólogo rara vez tiene a su disposición el equipo necesario para obtener registros electromiográficos, pero conociendo la importancia de la actividad muscular y su efecto sobre cavidad oral, se propone desarrollar una conexión con los laboratorios para obtener regularmente estos valiosos registros a lo largo del tratamiento.

La investigación de la actividad electromiográfica de los músculos de la masticación es útil en la práctica clínica diaria, no solamente para evaluar los resultados del tratamiento, sino también para determinar la duración del tratamiento y evitar recidivas.

## 5. REFERENCIAS

- Agarwal, S. S., M. Sharma, K. Nebra, B. Jayan, A. Poonia, y H. Bhattal. 2016. Validation of association between breastfeeding duration, facial profile, occlusion, and spacing: a cross-sectional study. *Int. J. Clin. Pediatr. Dent.* 9(2):162-166.
- Aggarwal, P., R. Mathur, R. Duggal, y H. Parkash, 1999. Muscle response to the Twin-block appliance: An electromyographic study of the masseter and anterior temporal muscles. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 116:405-414.
- Al-Hamlan, N., B. Al-Eissa, A. S. Al-Hiyasat, F. S. Albalawi, y A. E. Ahmed. 2015. Correlation of dental and skeletal malocclusions in sagittal plane among saudi orthodontic patients. *J. Contemp. Dent. Pract.* 16(5):353-359.
- Ali, B., A. Shaikh, y M. Fida. 2015. Changes in oro-pharyngeal airway dimensions after treatment with functional appliance in class II skeletal pattern. *J. Ayub. Med. Coll. Abbottabad.* 27(4):759-763.
- Armijo-Olivo, S., I. Gaddotti, M. Kornerup, M. O. Lagravère y C. Flores-Mir. 2007. Quality of reporting masticatory muscle electromyography in 2004: a systematic review. *J. Oral Rehabil.* 34:397-405.
- Baccetti, T., L. Franchi, y J. A. McNamara. 2005. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics. *Semin. Orthod.* 11:119-129.
- Castroflorio, T., P. Bracco, y D. Farina. 2008. Surface electromyography in the assessment of jaw elevator muscles. *J. Oral Rehabil.* 35:638-645.
- Cozza, P., T. Baccetti, L. Franchi, L. De Toffol, y J. A. McNamara. 2006. Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion: A systematic review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 129:559.e1-559.e12.

- Erdem, A., N. Kilic, y B. Eröz. 2009. Changes in soft tissue profile and electromyographic activity after activator treatment. *Aust. Orthod. J.* 25(2):116-122.
- Feldens, C. A., R. Prestes M., R. Rocha M., F. Vargas F., y P. Floriani K. 2016. Factors associated with the occurrence of distocclusion in the primary dentition: A Hierarchical Analysis. *J. Clin. Pediatr. Dent.* 40(1):88-93.
- Felício, C. M., F. V. Sidequersky, G. M. Tartaglia, y C. Sforza. 2009. Electromyographic standardized indices in healthy Brazilian young adults and data reproducibility. *J. Oral Rehabil.* 36:577-583.
- Ferrario, V., C. Sforza, A. Miani, A. D'Addona, y E. Barbini. 1993. Electromyographic activity of human masticatory muscles in normal young people. Statistical evaluation of references values for clinical applications. *J. Oral Rehabil.* 20:272-280.
- Franchi, L., y T. Baccetti. 2006. Prediction of Individual Mandibular Changes Induced by Functional Jaw Orthopedics Followed by Fixed Appliances in Class II Patients. *Angle Orthod.* 76(6):950-954.
- G. de Melo, D., y E. M. G. Bianchini. 2016. Relationship between electrical activity of the temporal and masseter muscles, bite force, and morphological facial index. *Co. Das.* 28(4):409-416.
- García, M. C., P. A. Puentes, y M. C. Reyes. 2014. Cambio en la inclinación del plano palatino con el uso de gomas cortas en el aparato funcional SN1 en pacientes con sobremordida vertical disminuida. *Univ. Odontol.* 33(70):95-106.
- González, H. M. 2008. Electromyography Evaluations of the masticator muscles during the maximum bite force. *Rev. Esp. Cir. Oral y Maxilofac.* 6:428-430.

- Ingervall, B., y U. Thüer. 1991. Temporal muscle activity during first year of class II division 1 malocclusion treatment with an activator. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 99(4):361-368.
- Kinzinger, G., C. Kober, y P. Diedrich. 2007. Topographie und morphologie des condylus mandibulae. *J. Orofac. Orthop.* 2:124-147.
- Klasser, G. D., y J. P. Okeson. 2006. The clinical usefulness of surface electromyography in the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *JADA.* 137:763-771.
- Leung, D. K., y U. Hägg. 2001. An electromyographic Investigation of the first six months of progressive mandibular advancement of the Herbst appliance in adolescents. *Angle Orthod.* 71:177-184.
- Linsen, S., U. Schmidt-Beer, R. Fimmers, M. Griiner, y B. Koeck. 2009. Craniomandibular pain, bite force and oral health-related quality of life in patients with jaw resection. *J. Pain Symptom. Manage.* 37(1):94-106.
- Ma, S., T. Whittle, J. Descallar, G. Murray, M. Darendeliler, y P. Cistulli. 2013. Association between resting jaw muscle electromyographic activity and mandibular advancement splint outcome in patient with obstructive sleep apnea. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 144(3):357-367.
- Martínez, G. R., L. Mendoza O., A. Fernández L., y H. E. Pérez T. 2008. Características cefalométricas en la maloclusión clase II. *Rev. Odont. Mex.* 12(1):1-12.
- Medrano, M. J., y A. Palomino T. 2008. Electromiografía del aparato de la masticación en niños sanos y portadores de maloclusión clase I y II de Angle. *Rev. Odont. Mex.* 12(3):131-136.
- Medrano, M. J., Z. Carracedo R., y A. Palomino T. 2016. Evaluación electrofisiológica de los músculos masticatorios en niños sometidos a terapia de ortodoncia con aparatos funcionales y mioterapia. *C. C. M.* 20(1):67-79.

- Meenakshi, I., y V. Ashima. 2001. Electromyography and its application in orthodontics. *Curr. Sci.* 80(4):503-507.
- Moyers, R.E. 1949. Temporomandibular muscle contraction patterns in Angle Class II, division 1 malocclusions; an electromyographic analysis. *Am. J. Orthod.* 35:837-857.
- Ngan, P. W., E. Byczek, y J. Scheick. 1997. Longitudinal evaluation of growth changes in class II division 1 subjects. *Semin. Orthod.* 3(4): 222-231.
- Pancherz, H. 1980. Activity of the temporal and masseter muscles in class II, division 1 malocclusion. An electromyographic investigation. *Am. J. Orthod.* 77:679-688.
- Pancherz, H., y M. Anehus-Pancherz. 1980. Muscle activity in class II, division 1 malocclusions treated by bite jumping with the Herbst appliance. An electromyographic study. *Am. J. Orthod.* 78(3):321–329.
- Perinetti, G., R. Sossi, J. Primožic, G. Lerardo, L. Contardo. 2017. Diagnostic reliability of mandibular second molar maturation in the identification of the mandibular growth peak: A longitudinal study. *Angle Orthod.* 87:665-671.
- Petrović, D., S. Vujkov, B. Petronijević, I. Šarčev, y I. Stojanac. 2014. Examination of the bioelectrical activity of the masticatory muscles during Angle's Class II division 2 therapy with and activator. *Vojnosanit Pregl.* 71(12):1116-1122.
- Santamaría-Villegas, A., R. Manrique-Hernández, E. Álvarez-Varela, y C. Restrepo-Serna. 2017. Effect of removable functional appliances on mandibular length in patients with class II with retrognathism: systematic review and meta-analysis. *B.M.C. Oral Health.* 17:52-60.
- Satygo, E., A. Silin, y G. Ramírez-Yañez. 2014. Electromyographic Muscular Activity Improvement in Class II Patients Treated with the Pre-Orthodontic Trainer. *J. Clin. Pediatr. Dent.* 38(4):380-384.

- Simões, W. A. 2004. Ortopedia funcional de los maxilares: a través de la rehabilitación neuro-oclusal. Artes Médicas Ltda. 3ª ed.
- Sumonsiri, P., y U. Thongudomporn. 2017. Surface Electromyographic Studies on Masticatory Muscle Activity Related to Orthodontics: A Review of Literature. *J. Dent. Assoc. Thai.* 67(2):107-118.
- Suvinen, T. I., y P. Kemppainen. 2007. Review of clinical EMG studies related to muscle and occlusal factors in healthy and TMD subjects. *J. Oral. Rehabil.* 34(9):631–644.
- Tartaglia, G. M., G. Grandi, F. Mian, C. Sforza, y V. F. Ferrario. 2009. Non-invasive 3D facial analysis and surface electromyography during functional pre-orthodontic therapy: a preliminary report. *J. Appl. Oral Sci.* 17(5):487-494.
- Tecco, S., V. Crincoli, B. Di Bisceglie, S. Caputi, y F. Festa. 2011. Relation between facial morphology on lateral skulls radiographs and sEMG activity of head, neck and trunk muscles in Caucasian adult females. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 21(2):298-310.
- Ueda, H., K. Miyamoto, M. Saifuddin, Y. Ishizuka, y K. Tanne. 2000. Masticatory muscle activity in children and adults with different facial types. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 118:63-68.
- Uner, O., y B. E. Darendeliler. 1999. Effects of an activator on the masseter and anterior temporal muscle activities in class II malocclusions. *J. Clin. Pediatr. Dent.* 23(4):327-332
- Wagar, J., F. Mubassar, y S. Attiya. 2016. The duration of pubertal growth peak among three skeletal classes. *Dental Press J. Orthod.* 21(5):67-74.
- Wangrimongkol, T., M. Manosudprasit, P. Pisek, P. Chowchuen, y M. Chantaramungkorn. 2012. Temporomandibular joint growth adaptation and articular disc positional changes in functional orthopedic treatment: magnetic resonance imaging investigation. *J. Med. Assoc. Thai.* 95(11):S106-S115.

Woźniak, K., D. Piątkowska, M. Lipski y K. Mehr. 2013. Surface electromyography in ortodontics – a literature review. *Med. Sci. Monit.* 19:416-423.

Woźniak, K., D. Piątkowska, L. Szyszka-Sommerfeld, y J. Buczkowska-Radlińska. 2015. Impact of functional appliances on muscle activity: a surface electromyography study in children. *Med. Sci. Monit.* 21:246-253.

Yagci, A., T. Uysal, S. Kara, y S. Okkesim. 2010. The effects of myofunctional appliance treatment on the perioral and masticatory muscles in Class II, Division 1 patients. *World J. Orthod.* 11:117-122.

## 6. APÉNDICE

### (1) CONSENTIMIENTO INFORMADO

#### **Consentimiento informado para participar en un proyecto de investigación Biomédica**

**TITULO DEL PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA DE LOS MÚSCULOS MASETERO Y TEMPORAL EN NIÑOS CON DISTOCLUSIÓN TRATADOS CON ORTOPEDIA FUNCIONAL.**

Investigador principal: Jessica Sarahi Viveros Martínez alumna del 4º semestre de la especialidad de Odontopediatría en la Facultad de Medicina de la UAQ.

Sede donde se realizará el estudio: Clínica de Odontopediatría de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Nombre del paciente:

---

Nombre del padre o tutor:

---

A su hijo(a) y a usted se les está invitando a participar en este estudio de investigación biomédica. Antes de decidir si participan o no usted debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregara una copia firmada y fechada.

#### **JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Este estudio nos permitirá evaluar si los aparatos que colocamos cumplen la función para lo que están diseñados y con ello, podremos brindar tratamientos más específicos que resulten en mejores pronósticos, todo esto en beneficio de la población infantil

## (2) HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

Clínica Odontológica "Dr. Benjamín Moreno Pérez"

Posgrado de Odontopediatría



Sexo: M ( ) F ( )      Edad: \_\_\_\_ años      Tipo de aparato: \_\_\_\_\_

	Fecha de toma de registro
1er registro	
2º registro	
3er registro	