



**Evaluación electromiográfica de la actividad del músculo masetero en masticación en pacientes con neutroclusión, mesoclusión y distoclusión.**

Diana Melissa Ortega Zabala

Leidy Johanna Zuluaga Londoño

María Alejandra Aguirre Fernández

**Universidad Antonio Nariño**

Programa de Ortodoncia

Facultad de Odontología

Armenia, Colombia

2021

**Evaluación electromiográfica de la actividad del músculo masetero en masticación en pacientes con neutroclusión, mesocclusión y distocclusión.**

**Diana Melissa Ortega Zabala**

**Leidy Johanna Zuluaga Londoño**

**María Alejandra Aguirre Fernández**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Especialista en ortodoncia**

Director (a):

Dr. Nicolás Arboleda Ariza

Codirector (a):

Dr. Sandra Patricia García Morales

Línea de Investigación:

Crecimiento y desarrollo

**Universidad Antonio Nariño**

Programa de Ortodoncia

Facultad de Odontología

Armenia, Colombia

2021

## NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado:

Evaluación electromiográfica de la actividad del músculo  
masetero en masticación en pacientes con neutroclusión,  
mesoclusión y distoclusión.

Cumple con los requisitos para optar  
Al título de: Especialista en ortodoncia

---

Firma del Tutor

---

Firma Jurado

---

Firma Jurado

Armenia, 12 de octubre del 2021

## Contenido

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN .....	12
2. ANTECEDENTES .....	14
3. OBJETIVOS .....	18
3.1 Objetivo general: .....	18
3.2 Objetivos específicos: .....	18
4. JUSTIFICACIÓN .....	19
5. MARCO TEÓRICO.....	21
5.1 Función masticatoria .....	21
5.2 Anatomía del sistema masticatorio .....	21
5.2.3 Mecanismos de regulación rítmica de la masticación.....	26
5.2.4 Control neural de la masticación.....	28
5.2.5 Tipos de movimientos en la masticación .....	28
5.2.6 Ciclos masticatorios .....	29
5.3 Electromiografía de superficie (EMG).....	30
- Potencial de acción de la unidad motora (MUAP): .....	31
6. METODOLOGÍA .....	35
6.1 Tipo de estudio:.....	35
6.2 Población:.....	35
6.3 Muestra:.....	35
6.4 Criterios de Inclusión: .....	35

6.5	Criterios de exclusión:.....	35
6.6	Equipos e instrumental:.....	36
6.7	Calibración .....	36
6.7.1	Toma en masticación: Sujetos en posición cómoda y sentados, con los brazos a los lados, mirando hacia adelante a un punto fijo y realizando proceso masticatorio con cera rosada, sin repetición ya que se genera fatiga. ....	37
6.8	Descripción del procedimiento.....	38
6.8.1	Selección de la muestra.....	38
6.8.2	Toma de la muestra.....	38
6.8.3	Toma en masticación .....	39
8.	DISCUSIÓN .....	48
9.	CONCLUSIONES .....	54

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Anatomía de la mandíbula.....	22
<b>Figura 2</b> Inserción del músculo masetero y pterigoideo medial en la mandíbula.....	24
<b>Figura 3</b> Anatomía del hueso temporal.....	24
<b>Figura 4</b> Anatomía del maxilar .....	25
<b>Figura 5</b> Sistema de control de la masticación.. ..	26
<b>Figura 6</b> Mecanismos reguladores en áreas de la parte superior del cerebro .....	27
<b>Figura 7</b> Descripción de la unión neuro- muscular que forma la unidad motora .....	30
<b>Figura 8</b> Forma de onda del potencial de acción de la unidad motora. ....	31
<b>Figura 9</b> Representación visual de la actividad de la unidad motora con relación a las grabaciones de los electrodos.....	33
<b>Figura 10</b> Distribución de la muestra por géneros.....	41
<b>Figura 11</b> Resultados de la variable pico .....	44
<b>Figura 12</b> Comparación de la actividad EMG media del músculo masetero, derecho e izquierdo, en las tres clases maloclusiones (microvolts) .....	45
<b>Figura 13</b> Medianas de la actividad EMG mínima del músculo masetero, derecha e izquierda en las tres maloclusiones (microvolts).....	45
<b>Figura 14</b> Promedios del valor EMG integral para masetero der/izq, por clases (microvolt.s)...	46
<b>Figura 15</b> Frecuencia promedio de la actividad EMG del músculo masetero, derecha e izquierda en las tres clases maloclusiones (Hz).....	47

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Músculos que se originan en la mandíbula.....	23
<b>Tabla 2</b> Músculos que se insertan en la mandíbula.....	23
<b>Tabla 3</b> Descripción de la muestra por edad según la maloclusión, con un nivel de significancia con un $p < 0,05$ .....	40
<b>Tabla 4</b> Descripción de la muestra por genero según cada maloclusión, con un nivel de significancia con un $p < 0,05$ . .....	41
<b>Tabla 5</b> Comparación de los potenciales eléctricos en pacientes con neutroclusión, mesoclusión y distoclusión en masticación del musculo masetero, teniendo en cuenta las diferentes variables, con un nivel de significancia con un $p < 0,05$ . .....	42
<b>Tabla 6</b> Comparación de los potenciales eléctricos del musculo masetero del lado derecho con el izquierdo en pacientes con neutroclusión, mesoclusión y distoclusión, con un nivel de significancia con un $p < 0,05$ . .....	43

*(Dedicatoria)*

*A Dios por darnos la fortaleza y sabiduría  
para culminar este proyecto investigativo.*

*A nuestra familia por su apoyo y motivación  
constante que nos permitieron alcanzar las metas y  
objetivos propuestos.*

*A nuestros directores por guiarnos y permitir  
que este proyecto investigativo se realizara.*

## **Agradecimientos**

Al Dr. Nicolás Arboleda Ariza por su asesoría y apoyo.

A la Dra. Sandra Patricia García Morales por su asesoría y apoyo.

A la empresa Brasmédica Colombia S.A por permitir el desarrollo del trabajo, mediante el alquiler del equipo.

## Resumen

**Objetivo:** Evaluar la actividad del músculo masetero en masticación mediante electromiografía de superficie en pacientes con neutroclusión, mesocclusión y distocclusión.

**Materiales y métodos:** Se realizó examen clínico, análisis cefalométrico y examen electromiográfico en 35 pacientes en edades de entre 12 y 56 años. Los voluntarios se clasificaron mediante medidas esqueléticas en tres grupos: Normocclusión (Clase I), distocclusión (Clase II) y mesocclusión (Clase III). Los registros EMG se obtuvieron con una repetición en masticación con cera rosada tomando primero el masetero derecho seguido del masetero izquierdo. Inicialmente se verificó el tipo de distribución de los datos electromiográficos mediante la prueba de Shapiro-Wilks, la distribución es aceptablemente normal para todas las variables excepto el valor de actividad eléctrica mínima. Se utilizó el programa SPSS 26.0 y se fijó el nivel de significación en un valor  $p = 0.05$ .

**Resultados:** La actividad EMG de los músculos maseteros (evaluada por los valores máximo, mínimo, promedio e integral) no presenta diferencias significativas a un nivel de significación  $p < 0.05$ , cuando se compara entre géneros, ni entre lados ni entre clases esqueléticas.

**Conclusiones:** No se encontraron diferencias significativas en el momento de comparar los potenciales eléctricos del musculo masetero en pacientes con neutroclusión, mesocclusión y distocclusión.

**Palabras claves:** electromiografía de superficie, musculo masetero, maloclusiones.

## **Abstract**

**Objective:** To evaluate the activity of the masseter during mastication by means of surface electromyography in patients with neutroclusion, mesocclusion and distocclusion.

**Materials and methods:** A clinical examination, cephalometric analysis and electromyographic examination were performed in 35 patients between the ages of 13 and 56 years. The volunteers were classified on their skeletal classifications in three groups: Normocclusion (Class I), distocclusion (Class II) and mesocclusion (Class III). EMG recordings were obtained with a repetition of chewing with pink wax, taking first the right masseter followed by the left masseter. Initially, the type of distribution of the electromyographic data was verified using the Shapiro-Wilks test, the distribution is acceptably normal for all variables except the minimum electrical activity value. The SPSS 26.0 program was used and the significance level was set at  $p = 0.05$ .

**Results:** The EMG activity of the masseter muscles (put by the maximum, minimum, average and integral values) does not present significant differences at a significance level of  $p < 0.05$ , when compared between genders, neither between sides nor between skeletal classes.

**Conclusions:** No significant differences were found when comparing the electrical potentials of the masseter muscle in patients with neutroclusion, mesocclusion and distocclusion.

**Key words:** surface electromyography, masseter muscle, malocclusions.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud define las anomalías dento-faciales como una oclusión anormal y / o relaciones craneofaciales afectadas, que pueden afectar la apariencia estética, función, armonía facial y bienestar psicosocial (Perillo, 2013). En el transcurso de la vida una de las funciones que se ve alterada por la presencia de las maloclusiones esqueléticas, es la masticación, la cual es, el primer paso en el proceso digestivo, donde se ingresan los alimentos a la boca para ser triturados por los dientes para su posterior transformación en nutrientes (Jungin Bae, 2017) esta alteración es corroborado por un estudio realizado por Bae y colaboradores, en donde al presentar sus resultados se evidenció que la eficiencia masticatoria fue más alta entre los pacientes con clasificación de Angle I, seguido por aquellos con clase II y finalmente las maloclusiones de clase III, este último grupo presentó una capacidad de moler los alimentos y de mezcla significativamente más baja que los otros dos grupos (Jungin Bae, 2017)

Durante esta etapa los músculos responsables de esta función especialmente son: el músculo masetero, músculo temporal y músculo buccinador ya que, proporcionan una elevación de la mandíbula y una presión intraoral en este ciclo (Andrea & Barbaix, 2006), sin embargo, los músculos faciales funcionan en sincronía, dado que, para cumplir este proceso se requiere de la retracción de las comisuras y cierre de labios, proporcionado por: el músculo risorio y el orbicular.

La electromiografía de superficie se ha convertido en un análisis simple para su aplicación en odontología, ya que, nos proporciona información de uno o varios músculos mediante el

posicionamiento de electrodos en el origen e inserción de esta estructura, permitiéndonos encontrar deficiencias musculares en trastornos temporomandibulares, la detección de hiperactividad e hipoactividad muscular, desequilibrio muscular, posición de reposo, fatiga, seguimiento de terapias de fonoaudiología o valores de normalidad.

## 2. ANTECEDENTES

La organización mundial de la salud (OMS) en el 2016 realizó una estimación de las maloclusiones, donde concluyó que son el tercer problema de salud oral con mayor frecuencia, seguida de la caries dental y las enfermedades periodontales. La prevalencia de las anomalías craneofaciales varía entre las diferentes etnias y según el origen, la geografía, el estado socioeconómico y los factores ambientales. Debido a la complejidad estructural de la región craneofacial, las variaciones en los factores genéticos y ambientales pueden tener un efecto en el desarrollo (Joshi, Hamdan, & Fakhouri, 2014)

Un estudio realizado por Thilander y Colaboradores evaluó la Prevalencia de las maloclusiones y la necesidad de tratamiento de ortodoncia en niños y adolescentes en Bogotá, Colombia, donde concluyeron que de una muestra de 4.724 niños seleccionados al azar en edades entre los 5 a 17 años que asistieron al servicio de odontología: el 88% de los sujetos tenían algún tipo de anomalía, de leve a grave, con prevalencia de clasificación de Angle I del 4,5% en la dentición mixta temprana y de 15,3 % en la dentición permanente, seguida de la clasificación de Angle II de 20.8%, aumentando ésta con la edad hasta la dentición mixta pero disminuyó en la dentición permanente y la clasificación de Angle III en 3,7% y contrario a la oclusión normal, mostró una prevalencia creciente con la edad, la cual, se asoció con mordida cruzada anterior y en aproximadamente la mitad de los sujetos fue causada por un reflejo muscular adquirido (Thilander, 2001)

Teniendo en cuenta que una función muscular inadecuada de las estructuras del sistema estomatognático (sistema craneocervicomandibular) puede generar disfunción de la articulación temporomandibular (ATM), dolor miofacial, fatiga, disfunción, además, pueden influir en el crecimiento de las suturas del tercio medio facial, hueso alveolar y la erupción dental (Pancherz & Herbst, 1985).

Resulta relevante conocer entonces que la pérdida de amplitud en la apertura de la boca está influenciada por el musculo temporal y el masetero; el temporal se inserta en la apófisis coronoides de la mandíbula y el masetero abarca desde el arco cigomático al ángulo externo de la mandíbula, estos dos músculos son los principales elevadores de la mandíbula. El temporal además realiza la retropulsión de la mandíbula cuando esta adelantada y participa en los desplazamientos laterales. Algunos estudios demuestran que los pacientes con maloclusión II división I presentan menor actividad en el músculo temporal, en relación con los pacientes clase III presenta una mayor actividad en el temporal (Pancherz, 1980)

Mencionando de igual manera otro estudio realizado por Chandu y colaboradores, el cual buscó evaluar la actividad eléctrica en reposo con una apertura promedio de 2 a 4 mm, la cual es la actividad que generalmente se realiza en la posición de descanso clínico (Chandu, 2004). Para la evaluación de las pruebas activas (Masticación) debido a la alta variabilidad de los movimientos que contribuyen a esta actividad, una evaluación de la masticación es muy difícil e incluye parámetros tales como la duración del acto masticatorio, el número de ciclos y su efectividad dependiendo de las fuerzas generadas y la consistencia de la comida (Pancherz, 1980)

Por lo anteriormente mencionado, Daube JR y colaboradores en el 2009 buscaron determinar con exactitud, la relación que puede existir entre la función muscular y las diferentes maloclusiones, mediante la electromiografía de superficie, evaluando la actividad eléctrica de los músculos masticatorios, durante las pruebas estáticas (reposo) o pruebas activas (masticación) (Daube & Rubin, 2009).

Teniendo en cuenta esto, se puede afirmar que la electromiografía de superficie evalúa el potencial y la duración de la actividad muscular, el objetivo principal es detectar señales de muchas fibras musculares en el área de los electrodos de superficie de detección, sin embargo, estos dispositivos no son muy selectivos, su uso se limita a detectar las señales solo de los músculos ubicados cerca de la piel, por lo que explicaría porque los músculos masetero y temporal anterior son los más frecuentemente evaluados, de igual manera ningún sistema de electrodos puede evaluar todas las fibras musculares dentro de una unidad motora (Reaz & Hussain, 2006).

Actualmente se cuenta con estudios que han evaluado la actividad electromiográfica de los músculos temporal y masetero en pacientes clase I (Normodivergentes), clase II (Hiperdivergentes) y clase III (Hipodivergentes) dando como resultado que no existía diferencias significativas en la actividad del musculo masetero en reposo, excepto en el musculo temporal anterior, siendo significativamente mayor en pacientes clase III y  $SN-GoMe > 36^\circ$ . Otras investigaciones evidenciaron que, durante la deglución la actividad del músculo masetero en sujetos clase III fue mayor que en las clases I y II, mientras que la actividad del músculo temporal anterior no fue diferente entre las clases III y I (Pancherz, 1980)

En el presente, no se cuenta con estudios que evalúen la actividad electromiográfica de los músculos masetero en sujetos colombianos en neutroclusión, mesocclusión y distocclusión con el electromiografo de superficie Miotool Face de la casa comercial Miotec.

Por lo tanto, la presente investigación se enfocó en estudiar la actividad del músculo masetero en masticación en pacientes en neutroclusión, mesocclusión y distocclusión, mediante la electromiografía de superficie, la cual es una técnica objetiva y confiable para evaluar la función muscular y la eficiencia, mediante la detección de potenciales eléctricos, su objetivo es identificar señales de numerosas fibras musculares en el área de los electrodos de superficie de detección.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general:**

Evaluar la actividad del músculo masetero en masticación mediante electromiografía de superficie en pacientes con neutroclusión, mesocclusión y distocclusión.

#### **3.2 Objetivos específicos:**

- Identificar potenciales eléctricos del músculo masetero en masticación en pacientes con neutroclusión, mesocclusión y distocclusión.
- Comparar los potenciales eléctricos en pacientes con neutroclusión, mesocclusión y distocclusión en masticación del músculo masetero.
- Comparar los potenciales eléctricos del músculo masetero derecho e izquierdo en pacientes con neutroclusión, mesocclusión y distocclusión.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo estudiar la actividad del músculo masetero en masticación en pacientes con neutroclusión, mesocclusión y distocclusión, mediante la electromiografía de superficie, la cual es una técnica objetiva y confiable para evaluar la función muscular y la eficiencia, mediante la detección de potenciales eléctricos, su objetivo es identificar señales de numerosas fibras musculares en el área de los electrodos de superficie de detección.

En las áreas de ortodoncia y ortopedia maxilofacial es ampliamente utilizada la electromiografía de superficie como ayuda para el diagnóstico y tratamiento en pacientes con trastornos temporomandibulares, así mismo permite evaluar disfunciones del sistema estomatognático en pacientes con maloclusiones o monitorear terapias de ortodoncia y fonaudiología.

Actualmente se cuenta con estudios que han evaluado la actividad electromiográfica de los músculos temporal y masetero en pacientes clase I (Normodivergentes), clase II (Hiperdivergentes) y clase III (Hipodivergentes) dando como resultado que no existía diferencias significativas en la actividad del músculo masetero en reposo, excepto en el músculo temporal anterior, siendo significativamente mayor en pacientes clase III y  $SN-GoMe > 36^\circ$ . Otras investigaciones evidenciaron que, durante la deglución, la actividad del músculo masetero en sujetos clase III fue mayor que en las clases I y II (Pancherz, 1980).

En el presente, no se cuenta con estudios que evalúen la actividad electromiográfica del musculo masetero en sujetos colombianos con neutroclusión, mesocclusión y distocclusión con el electromiógrafo de superficie Mio Tool Face de Biomec.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 Función masticatoria

La masticación es una función que permite que los alimentos ingeridos se dividan en pedazos, se preparen para la digestión y como resultado final se transformen en nutrientes, para ello, se requiere de la trituración y mezcla de los alimentos con saliva para la formación de un bolo al deglutir, sin embargo, hay que tener en cuenta que, es mecanismo complejo que implica la apertura y cierre de la mandíbula, la secreción de saliva y la mezcla de alimentos con la lengua (Virot, Ma, Clanet, & Jung, 2017).

Las fuerzas masticatorias sobre los dientes suelen oscilar entre 5 y 10 kilogramos, pero pueden variar según factores como: los dientes en cuestión (los molares ejercen mayor fuerza y los incisivos la menor), la práctica, la dureza de la dieta, el uso de prótesis, presencia de dolor o enfermedad periodontal (Virot et al., 2017).

### 5.2 Anatomía del sistema masticatorio

El sistema masticatorio está compuesto por una serie de estructuras anatómicas como músculos, huesos, nervios, vasos y articulación temporomandibular, las cuales, cumplen funciones bastante complejas que a menudo operan al unísono para proporcionar funciones diarias únicas (Gremillion & Klasser, 2018)

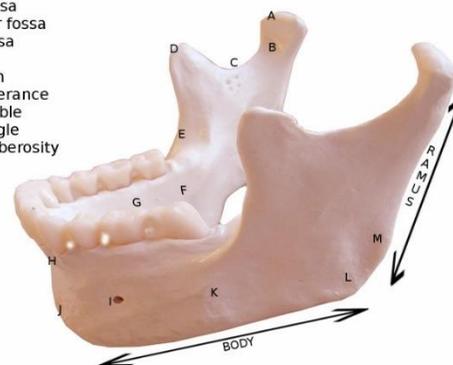
### 5.2.1 Huesos

Los tres huesos principales del sistema masticatorio son: *el maxilar, la mandíbula y el hueso temporal*, un hueso menor, *el hioides*, flota debajo de la mandíbula y sirve como punto de unión para los músculos y ligamentos que unen la mandíbula con varias otras estructuras (Gremillion & Klasser, 2018).

#### - Mandíbula

Es el hueso más grande del cráneo humano en forma de "U" bilateralmente simétrico en su estado normal, está compuesta por: a. *La rama*, la cual, tiene dos proyecciones la condilar (consta de cabeza y cuello) y los procesos coronoides, b. *El cuerpo*, siendo la que contribuye a la porción lateral de la mandíbula a ambos lados. La parte superior del cuerpo mandibular contiene el proceso alveolar, en donde se encuentran en cavidades óseas individuales los dientes inferiores anteriores y posteriores (Figura 1). Aparte de los huesecillos de la oreja, la mandíbula es el único hueso del cráneo que es móvil, lo que permite que el hueso contribuya a la masticación gracias a la función de los músculos los cuales se originan y se insertan en ella (Gremillion & Klasser, 2018).

A: Condylar process  
 B: Pterygoid fossa  
 C: Mandibular notch  
 D: Coronoid process  
 E: Retromolar fossa  
 F: Submandibular fossa  
 G: Sublingual fossa  
 H: Alveolar crest  
 I: Mental foramen  
 J: Mental protuberance  
 K: Body of mandible  
 L: Mandibular angle  
 M: Mandibular tuberosity



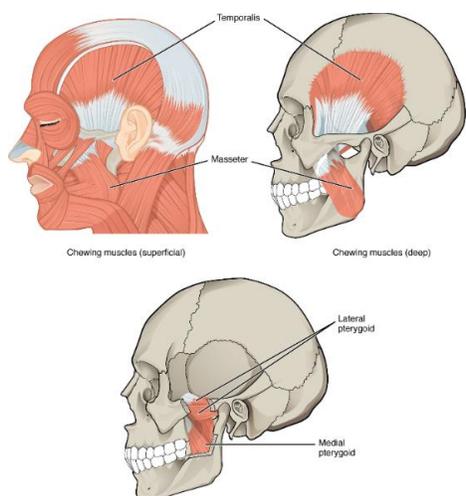
**Figura 1** Anatomía de la mandíbula

**Tabla 1** Músculos que se originan en la mandíbula

<b>MÚSCULO</b>	<b>SE ORIGINAN</b>
Mental	Fosa incisiva
Orbicularis oris	Fosa incisiva
Depresor labii inferioris	Línea oblicua
Depresor anguli oris	Línea oblicua
Buccinador	Proceso alveolar.
Ventre anterior digástrico	Fosa digástrica
Milohioideo	Línea milohioidea
Geniohioideo	Parte inferior de la columna mental.
Geniogloso	Parte superior de la columna mental.
Constrictor faríngeo superior	Rafe pterigomandibular

**Tabla 2** Músculos que se insertan en la mandíbula

<b>MÚSCULO</b>	<b>SE INSERTAN</b>
Platisma	Borde inferior de la mandíbula
Masetero superficial	Superficie lateral de la rama y el ángulo de la mandíbula
Masetero profundo	Superficie lateral de la rama y el ángulo de la mandíbula
Pterigoideo medial	Superficie medial del ángulo mandibular y la rama de la mandíbula
Temporal	Apófisis coronoides

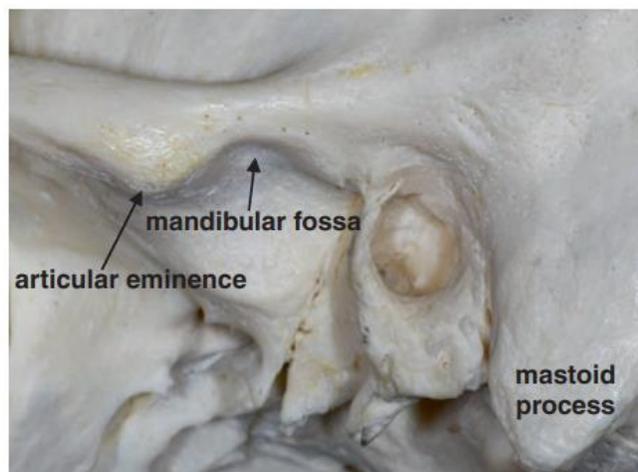


**Figura 2** Inserción del músculo masetero y pterigoideo medial en la mandíbula.

El músculo masetero se adhiere a toda la superficie lateral de la rama y puede producir en los sitios de inserción una tuberosidad en el ángulo de la mandíbula. La superficie interna de la rama muestra una rugosidad similar en la región del ángulo gonial debido a la inserción del músculo pterigoideo medial (Lipski, 2013).

- Hueso temporal

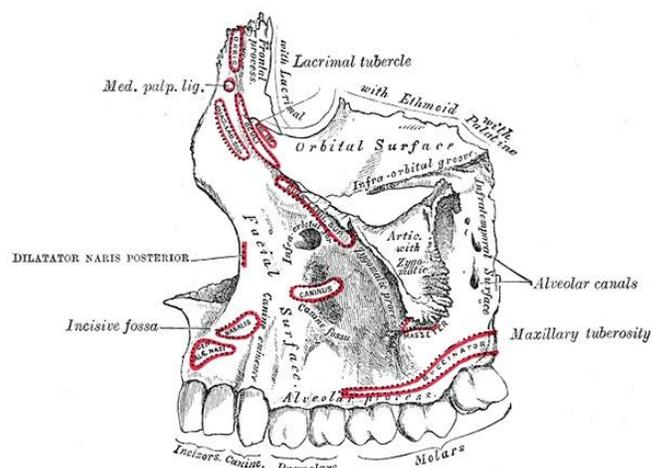
Son un par de bilaterales, simétricas huesos que constituyen una gran porción de la pared lateral y la base del cráneo, cada hueso temporal se articula con el hueso cigomático anteriormente, el hueso frontal anterosuperiormente, el hueso parietal posterosuperiormente, el hueso occipital posteriormente y con el cóndilo bilateralmente. El hueso temporal se compone de la región escamosa, la apófisis cigomática, la región petromastoidea, la región timpánica y la apófisis estiloides (Figura 3).



**Figura 3** Anatomía del hueso temporal

- Hueso maxilar

El hueso maxilar es el hueso más importante del tercio medio de la cara, presenta una ubicación central y proporciona soporte estructural al viscerocráneo, además, cumple con un papel fundamental en la arquitectura facial, separa las cavidades nasales, oral y contiene el seno maxilar (Dalgorf & Higgins, 2008). Se articula superiormente con el hueso frontal, el hueso



**Figura 4** Anatomía del maxilar

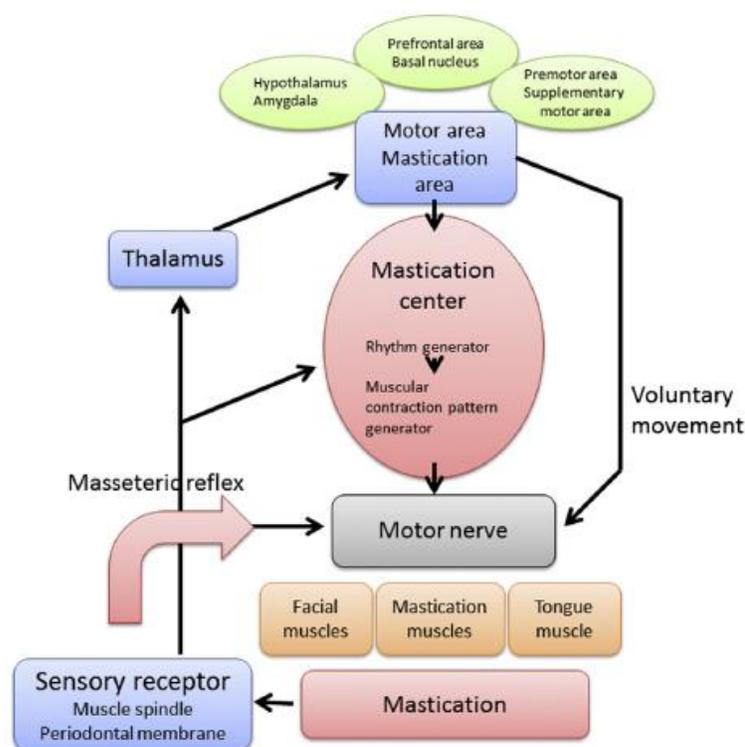
cigomático lateralmente, el hueso palatino posteriormente y con los dientes superiores a través del proceso alveolar inferior (Okay, Genden, Buchbinder, & Urken, 2001)

### 5.2.2 Músculos

Los músculos de la masticación son responsables de los movimientos cíclicos de la mandíbula durante la primera fase de la digestión, bilateralmente, hay cuatro pares de músculos directamente involucrados, los cuales son: el masetero, el temporal, el pterigoideo medial y el pterigoideo lateral. Los músculos cervicales superiores, o músculos suprahioideos, también están unidos por debajo de la mandíbula y se consideran músculos masticatorios accesorios debido a su función secundaria en el movimiento y la estabilización mandibular. Los cuatro músculos de la masticación están inervados por la división mandibular del nervio trigémino par craneal V (Gremillion & Klasser, 2018).

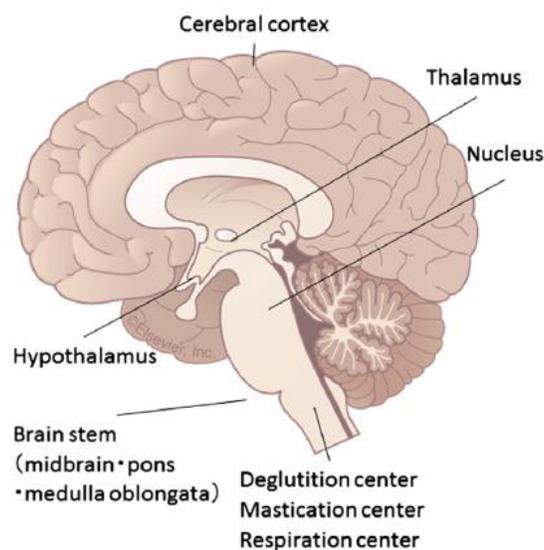
### 5.2.3 Mecanismos de regulación rítmica de la masticación

El movimiento rítmico de la mandíbula y la lengua están regulados por la parte inferior del tronco encefálico, principalmente como un mecanismo de formación del ritmo basado en la información generada durante la masticación de los receptores sensoriales en la cavidad oral y los músculos maseteros (Watanabe & Diseases, 2014), es por esto, que para realizar un acto de masticación rítmico requiere de la integridad de todas las estructuras involucradas en este.



**Figura 5** Sistema de control de la masticación. La masticación está programada en la parte inferior del tronco del encéfalo. El movimiento rítmico de la mandíbula y la lengua está regulado por la parte inferior del tronco encefálico.

El control se realiza a través de mecanismos reguladores en áreas de la parte superior del cerebro, incluida la corteza cerebral, la amígdala, los ganglios basales, la formación reticular del mesencéfalo, el hipotálamo y el cerebelo (Figura 2), en estas áreas están involucrados acciones como la excitación, la actividad mental superior, la emoción, el instinto, la homeostasis, el gusto, la motivación para comer, la discriminación de alimentos, la secreción de saliva, la provocación de la deglución y el movimiento (Watanabe & Diseases, 2014).



**Figura 6** Mecanismos reguladores en áreas de la parte superior del cerebro, El control de la masticación se realiza mediante mecanismos reguladores en áreas de la parte superior del cerebro, incluida la corteza cerebral y la amígdala.

Además, hay muchos efectos integradores, incluido el mantenimiento de la salud mediante la estimulación de la secreción de saliva, la promoción de la digestión y la regulación del apetito mediante la estimulación de los jugos digestivos y la secreción hormonal (Watanabe & Diseases, 2014).

#### **5.2.4 *Control neural de la masticación***

Los controles de reflejos ocurren en los husos musculares y en las interneuronas del tronco encefálico. Los husos musculares son receptores sensoriales en el interior del vientre muscular que detectan cambios en la longitud de este, los cuales, contribuyen al control de la contracción, la velocidad y la longitud del músculo. Los controles reflejos proporcionan, una fuerza progresiva y sostenida para morder un alimento duro, así como interrupciones en el ciclo de masticación si las condiciones cambian, un ejemplo de esto es encontrar una textura inesperada en el bolo alimenticio, morderse la mejilla o la lengua.

Un reflejo de apertura de la mandíbula normalmente se desencadena por muchas de las entradas sensoriales activadas durante la fase de cierre de la masticación; el generador de patrones central suprime activamente ese reflejo para que se produzca la masticación. De manera similar, en respuesta a la información de los husos musculares, se produciría una activación refleja de los músculos que se cierran durante la fase de apertura rápida de la masticación; el generador de patrón central suprime de forma similar de forma activa la activación potencial de los músculos que se cierran.

#### **5.2.5 *Tipos de movimientos en la masticación***

El proceso masticatorio se caracteriza por movimientos cíclicos de la mandíbula, siendo de tres formas: a. voluntario (como abrir o cerrar la mandíbula), b. cíclico (durante la masticación) y c. reflejo (que contribuye al control refinado de los movimientos tanto voluntarios como cíclicos) expresándose en sentido vertical, lateral y anteroposterior junto a patrones de motilidad facial y lingual menos rígidos. Estos diversos movimientos son producidos por la contracción coordinada

de los músculos de la mandíbula, la cara y la lengua. Otro rasgo de esta función es la de ser automática rítmica similar a la respiración y marcha, ya que, se puede hacer intencionalmente más rápida, más lenta o incluso detenida.

Además de la corteza motora que controla los movimientos mandibulares voluntarios, un área bien estudiada del tronco encefálico llamada generador de patrón central controla los movimientos masticatorios cíclicos de la mandíbula, la cara y la lengua durante la masticación. Estos movimientos están simultáneamente bajo control voluntario. El generador de patrón central recibe información de los dientes (para protegerlos de cargas excesivas), los husos musculares (para la longitud del músculo y la velocidad de cambio), los tendones (como fuerza de salida de los músculos) y la cápsula de la ATM (para posición y carga).

### **5.2.6 Ciclos masticatorios**

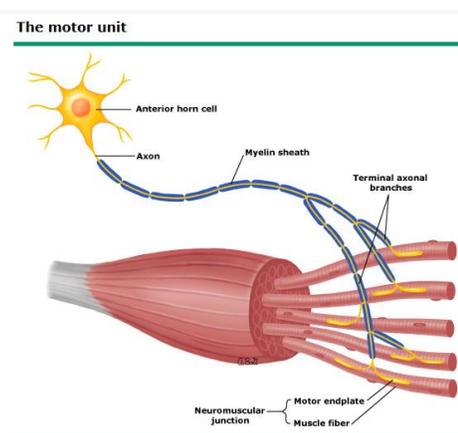
El acto masticatorio se puede dividir en tres etapas distintivas, cada una de las cuales contiene una serie de ciclos característicos de movimiento mandibular de apertura y cierre (Schwartz et al., 1989). En humanos la primera etapa se llama "manipuladora", "transporte" o "preparatoria" porque es cuando la comida se manipula inicialmente y se reduce a trozos más pequeños siendo triturados entre los dientes anteriores (Ootaki et al., 2004)

### 5.3 Electromiografía de superficie (EMG)

La electromiografía es una técnica empleada para evaluar la función y la eficiencia de los músculos al detectar y analizar sus potenciales eléctricos. Gracias a ella se puede evaluar el alcance y la duración de la actividad muscular. Su objetivo es detectar señales de muchas fibras musculares en el área de los electrodos de superficie de detección. Estas señales consisten en una suma ponderada de la actividad de muchas unidades motoras. Esta actividad eléctrica se puede registrar a través de electrodos de superficie o de aguja (Daube & Rubin, 2009).

#### 5.3.1 Unidad Motora

Para definir a profundidad la electromiografía se requiere hablar acerca de la unidad motora, la cual es, la unidad de control funcional y estructural del músculo esquelético. Ella consta de una célula de la asta anterior, su axón y ramas terminales (todas forman la neurona motora), la unión neuromuscular y todas las fibras musculares individuales que inerva (Figura 7)



**Figura 7** Descripción de la unión neuro- muscular que forma la unidad motora

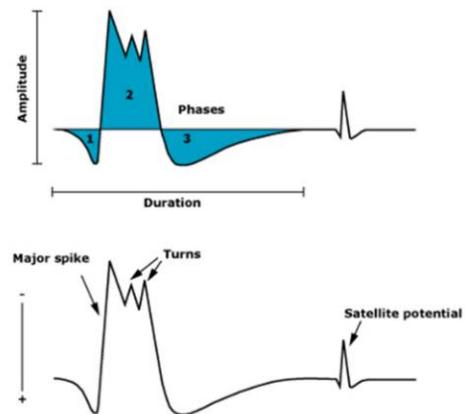
Las fibras musculares que componen una sola unidad motora se distribuyen en un territorio circular u ovalado, cuyas dimensiones dependen del número y tamaño de las fibras musculares, la longitud de las ramas terminales nerviosas y la distribución de las placas terminales motoras en la región de la placa terminal del músculo. Las fibras musculares de una unidad motora se Interdigitan con las fibras musculares de otras unidades motoras de modo que un electrodo de grabación

en un lugar puede captar actividad eléctrica de hasta cuatro a seis unidades motoras cercanas a su punta.

- Potencial de acción de la unidad motora (MUAP):

Cuando se activa una célula de la asta anterior o se estimula su axón, todas las fibras musculares que pertenecen a esa unidad motora, es decir, inervadas por las ramas terminales nerviosas de esa célula de la asta anterior, se despolarizan sincrónicamente. La actividad eléctrica de estas fibras musculares individuales se suma para generar un potencial de acción de la unidad motora (MUAP) Esto da como resultado una forma de onda característicamente trifásica:

**Motor unit action potential (MUAP) measurements**



**Figura 8** Forma de onda del potencial de acción de la unidad motora.

- Una desviación positiva (hacia abajo) a medida que el impulso eléctrico se mueve a lo largo de la membrana de la fibra muscular hacia el electrodo de registro extracelular.
- Una desviación negativa (hacia arriba) cuando el impulso llega al electrodo.
- Otra desviación positiva (hacia abajo) a medida.

*La duración del MUAP* está determinada por varios factores:

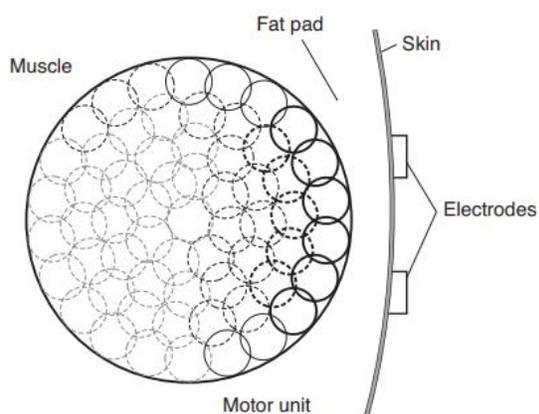
- Tamaño de las fibras musculares
- Número de fibras musculares de una unidad motora particular cerca del electrodo de registro (densidad de fibras musculares)
- Dispersión espacial de los axones terminales de la unidad motora en la zona de la placa terminal
- Diferentes velocidades de conducción de las ondas despolarizantes en los axones terminales y las fibras musculares.

- *Morfología de la forma de onda de MUAP*

La técnica EMG estándar solo evalúa MUAP de unidades motoras más pequeñas, a pesar de la importancia clínica sustancial de las unidades motoras más grandes. Ciertas características específicas de la morfología de la forma de onda MUAP son importantes para evaluar el estado de salud o el tipo de enfermedad que afecta a la unidad motora (Ver figura 8)

- *Amplitud y tiempo de aumento del pico:*

La colocación adecuada de los electrodos es crucial para la evaluación MUAP. El elemento central del MUAP, el pico, es generado por solo una pequeña cantidad de fibras, menos de 10 para un MUAP normal, que se encuentra a 0,5 mm de la punta del electrodo. Un tiempo de subida del pico de  $<0,5$  ms indica que las fibras musculares que generan el pico están a  $<0,5$  mm de la punta de registro del electrodo y que el electrodo está colocado correctamente.



**Figura 9** Representación visual de la actividad de la unidad motora con relación a las grabaciones de los electrodos.

La duración del MUAP varía de un músculo a otro y aumenta con la edad. Desde la niñez hasta la edad adulta temprana, el aumento en la duración de MUAP se debe al aumento del tamaño de las fibras musculares. Desde la edad adulta temprana hasta la vejez, la duración depende de la remodelación de la unidad motora y la

disminución de la conducción a lo largo de las fibras terminales nerviosas y las fibras musculares mismas.

#### - Número de la fase

Una fase es la parte de la forma de onda entre los cruces de la línea base. El MUAP normal tiene cuatro fases o menos. Los MUAP con más de cuatro fases se denominan potenciales polifásicos y no constituyen más del 12 al 15 por ciento de los MUAP de un músculo normal cuando se estudian con un electrodo concéntrico (hasta el 35 por ciento de los MUAP pueden ser polifásicos con electrodos monopares). No es raro ver cambios de dirección en la forma de onda que no cruzan la línea de base; estos se llaman vueltas (o estrías). Más de cinco vueltas es anormal; sin embargo, los giros no suelen medirse en los estudios EMG de rutina.

- Reclutamiento MUAP

En sujetos normales, los músculos están silenciosos en reposo. Con una mínima voluntad, las unidades motoras simples se activan semirítmicamente, primero las unidades más pequeñas. Una mayor actividad voluntaria aumentará las tasas de activación de las unidades motoras ya activas y reclutará unidades previamente silenciosas de tamaño creciente. El análisis MUAP morfométrico debe realizarse con una mínima voluntad para que la forma de onda se pueda visualizar claramente. Las unidades motoras más pequeñas se reclutan con baja voluntad; las unidades motoras más grandes reclutadas durante niveles más altos de actividad muscular a menudo se oscurecen entre sí, lo que dificulta el análisis de MUAP individual (Buchthal & Pinelli, 1951).

Ningún sistema de electrodos puede evaluar todas las fibras musculares dentro de una unidad motora; el MUAP representa solo una parte de la actividad eléctrica de la unidad motora que se registra. Para estar seguro de que la muestra de MUAP estudiada es representativa del músculo en su conjunto, el electromiógrafo debe registrar múltiples MUAP, normalmente de 20 a 30 o más de múltiples sitios (Buchthal & Pinelli, 1951).

Como el electrodo puede registrar múltiples MUAP en cada sitio de grabación, la interferencia de MUAP entre sí es común. Sin embargo, las unidades motoras no disparan de forma sincronizada. Por lo tanto, es muy poco probable que dos MUAP que aparecen simultáneamente en una ocasión vuelvan a aparecer simultáneamente; cuando se ven por separado, se pueden analizar con precisión. Con equipos modernos, se estima que se pueden reclutar seis MUAP en cada sitio de electrodo con 10 segundos de actividad muscular moderada.

## 6. METODOLOGÍA

6.1 **Tipo de estudio:** Descriptivo de corte transversal.

6.2 **Población:** Pacientes con maloclusiones esqueléticas Neutroclusión, mesoclusión y distoclusión.

6.3 **Muestra:** Se utilizaron muestras a conveniencia mediante un muestreo no probabilístico y no aleatorio, de acuerdo a la facilidad de sujetos que cumplieron con los criterios de selección en las clínicas de la Universidad Antonio Nariño sede armenia, en un intervalo de tiempo correspondiente a 3 meses. Se captaron para la muestra 35 pacientes distribuidos de la siguiente manera: 15 neutroclusión, 10 mesoclusión y 10 distoclusión.

6.4 **Criterios de Inclusión:** Pacientes con maloclusiones esqueléticas (con neutroclusión, mesoclusión y distoclusión) edad entre 18-35 años, erupción completa de sus dientes permanentes (excepto el tercer molar).

6.5 **Criterios de exclusión:** Pacientes diagnosticados con patología muscular de origen neurológico o deformidades congénitas y craneofaciales, cirugía ortognática, hábitos, disfunciones de la articulación temporomandibular, bruxismo, presencia de atrición de moderada a severa, mordida abierta y no haber recibido ni tener tratamiento de ortodoncia u ortopedia.

**6.6 Equipos e instrumental:** En el estudio se utilizó el electromiògrafo Miotool Face, Software para Electromiografía (Miograph) para la evaluación de la actividad motora del musculo masetero derecho e izquierdo.

### 6.7 Calibración

Se seleccionaron 10 sujetos ajenos a la muestra, en los cuales se realizó por parte de una experta en el área de fonoaudiología la toma de la electromiografía sobre el músculo masetero tanto del lado derecho como del lado izquierdo en dos tiempos, T0 y T1, con un intervalo de tiempo de 15 días. Se tomaron las grabaciones con el electromiógrafo de superficie Miotool face, con electrodos desechables, el equipo cuenta con 2 canales con un filtro 0,1 Hz a 500Hz para eliminar cualquier ruido eléctrico del entorno. Se pidio a los sujetos masculinos la remoción del exceso de vellos localizados en la región donde se realizó el análisis de la señal y se limpió la superficie con almohadillas de isopañin con alcohol. Este procedimiento determina que la impedancia de la piel sea reducida, garantizando una mejor adquisición de señal.

Se contó con el sensor SDS500 diseñado con conexión por garras, el cual permitió un cierto ajuste en la colocación de los electrodos en la cara, facilitando la captación de las señales. Se posicionaron los electrodos en la piel y después se conectaron los cables del sensor con una distancia mínima de 30 mm de centro a centro de los electrodos. Previamente se explica a el paciente sobre los movimientos que debe realizar, para posteriormente realizar la toma de la muestra.

6.7.1 Toma en masticación: Sujetos en posición cómoda y sentados, con los brazos a los lados, mirando hacia adelante a un punto fijo y realizando proceso masticatorio con cera rosada, sin repetición ya que se genera fatiga.

- Seguimiento del músculo masetero derecho en masticación por 15 segundos con cera rosada (1 gramo), el paciente descansa 1 minuto.
- Seguimiento del músculo masetero izquierdo en masticación por 15 segundos con cera rosada (1 gramo), el paciente descansa 1 minuto.

Se realizó mediante el programa SPSS versión 24 la estadística de fiabilidad, dándonos un resultado en el Índice de Correlación un valor de 0,975, con un límite inferior de 0,934, un límite superior de 0,993 y un intervalo de confianza al 95%. Posteriormente se realizó los pasos anteriormente mencionados, sobre la muestra final.

## 6.8 Descripción del procedimiento

- Previa explicación y firma de consentimiento informado por los pacientes.

### 6.8.1 Selección de la muestra

a. Se utilizaron las radiografías de perfil iniciales de los pacientes que ingresen por primera vez a la clínica de ortodoncia de la Universidad Antonio Nariño sede Armenia y pacientes externos que cumplieron con los criterios de inclusión. Las radiografías fueron tomadas en centros radiológicos calibrados y autorizados por la institución. Para determinar la clasificación esquelética los tres evaluadores realizaron los calcos y trazos de cada paciente (Análisis SNA, SNB, ANB y Witts).

b. En la clínica odontológica de la Universidad Antonio Nariño sede Armenia, se seleccionaron a los pacientes que cumplen con los criterios de inclusión, se les explicó claramente los objetivos del estudio, procedimiento, riesgo y beneficios, junto a la autorización en el consentimiento informado.

### 6.8.2 Toma de la muestra

Previamente se realizó una calibración tanto del equipo como de cada de las mediciones sobre 10 sujetos ajenos a los del estudio (10% más del tamaño muestral esperado). El cual se repitió con un intervalo de 8 días posterior a la muestra inicial, todas las electromiografías fueron realizadas por una experta en el área de fonoaudiología, la cual tuvo una previa capacitación en el uso del equipo. Se tomaron las grabaciones con el electromiógrafo de superficie Miotool face, con

electrodos desechables, el equipo conto con 2 canales con un filtro 0,1 Hz a 500Hz para eliminar cualquier ruido eléctrico del entorno. Se pidió a los sujetos masculinos la remoción del exceso de vellos localizados en la región donde será hecho el análisis de la señal y se limpiará la superficie con almohadillas de isopañin con alcohol. Este procedimiento determina que la impedancia de la piel sea reducida, garantizando una mejor adquisición de señal.

Se contó con el sensor SDS500 diseñado con conexión por garras, el cual permitió un cierto ajuste en la colocación de los electrodos en la cara, facilitando la captación de las señales. Se posicionaron los electrodos en la piel y después se conectaron los cables del sensor con una distancia mínima de 30 mm de centro a centro de los electrodos. Previamente se explicó a cada uno de los sujetos los movimientos que deberían realizar durante el examen, para posteriormente realizar la electromiografía final.

### ***6.8.3 Toma en masticación***

- Sujetos en posición cómoda y sentados, con los brazos a los lados, mirando hacia adelante a un punto fijo y realizando proceso masticatorio con cera rosada, sin repetición ya que se genera fatiga.
- Seguido del musculo masetero derecho en masticación por 15 segundos con cera rosada (1 gramo), el paciente descansa 1 minuto.
- Seguido del musculo masetero izquierdo en masticación por 15 segundos con cera rosada (1 gramo), el paciente descansa 1 minuto.

## 7. RESULTADOS

Finalmente se evaluaron 35 sujetos los cuales se encontraban distribuidos en tres grupos, de la siguiente manera: 15 normoclusión, 10 distoclusión y 10 mesoclusión. La muestra estaba conformada por sujetos en un rango de edad entre 12 a 53 años, con un el promedio total de 22,5 años y una desviación estándar total de 9,3 (Tabla 3), se realizó la correlación para las edades en las tres maloclusiones, en donde se usó el coeficiente de correlación lineal de Pearson (r) y da como resultado que no se presentó ninguna diferencia estadísticamente significativa.

**Tabla 3** Descripción de la muestra por edad según la maloclusión, con un nivel de significancia con un  $p < 0,05$

<i>Descripción de la muestra por edad según cada maloclusión</i>					
<b>Maloclusión</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Rango</b>	<b>N</b>	<b>Valor P</b>
<b>Normoclusión</b>	26	11,28	12 a 53	15	0,151
<b>Distoclusión</b>	20,2	8,25	13 a 37	10	0,064
<b>Mesoclusión</b>	19,5	5,21	12 a 30	10	0,82
<b>Total</b>	22,5	9,34	12 a 53	35	

En la tabla número 4 se describe la distribución del género en cada maloclusión, en donde la muestra estaba conformada por 18 hombres con un porcentaje de 51% y 17 mujeres con un porcentaje de 49% como lo ilustra la Figura número 9, se logró determinar no hay diferencia significativa al momento de hacer la correlación entre género y clases.

**Tabla 4** Descripción de la muestra por genero según cada maloclusión, con un nivel de significancia con un  $p < 0,05$ .

<b>Descripción de la muestra por genero según cada maloclusión</b>				
<b>Maloclusión</b>	<b>Masculino</b>	<b>Femenino</b>	<b>n</b>	<b>Valor P</b>
Normoclusion	7	8	15	0,030
Distoclusion	5	5	10	0,086
Mesoclusion	6	4	10	0,42
<b>Total</b>	<b>18 (51%)</b>	<b>17 (49%)</b>	<b>35 (100%)</b>	

**Figura 10** Distribución de la muestra por géneros.

En cuanto a los resultados encontrados respecto a la correlación entre los potenciales eléctricos del musculo masetero (derecho e izquierdo) y las diferentes maloclusiones (Normoclusión, mesoclusión, distoclusión), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, se logró determinar que el mayor potencial eléctrico fue dado por el grupo de normoclusion sobre el musculo masetero del lado izquierdo, arrojando un valor de 941 (( $\pm$  532,4) micro voltios sobre la variable integral, en el momento de evaluar el menor potencial eléctrico se encontró un valor de 60,9 ( $\pm$  21,4) micro voltios, en la variable media en el musculo masetero del lado derecho sobre pacientes con distoclusión, como lo indica la tabla número 5, en

donde de igual manera se determina un nivel de significancia  $p > 0,05$ , dando como resultado que no existe una correlación en el momento de comparar los potenciales eléctricos del musculo masetero en las diferentes maloclusiones.

**Tabla 5** Comparación de los potenciales eléctricos en pacientes con neutroclusión, mesoclusión y distoclusión en masticación del musculo masetero, teniendo en cuenta las diferentes variables, con un nivel de significancia con un  $p < 0,05$ .

Variable		Normoclusión (SD)	Distoclusión (SD)	Mesoclusión (SD)	Valor P
<b>Pico</b>	Mas derecho	239,5 (± 121,7)	262,6 (± 139)	329,6 (± 185,7)	>0.4
	Mas Izquierdo	323 (± 146)	292 (± 147)	320 (± 177,5)	
<b>Media</b>	Mas derecho	64,4 (± 26,4)	60,9 (± 21,4)	71,7 (± 30)	>0.246
	Mas Izquierdo	75,4 (± 74,7)	61 (± 48,5)	70,26 (± 71,5)	
<b>Integral</b>	Mas derecho	727,5 (± 404,5)	711,7 (± 433,4)	785,1 (± 449)	>0.226
	Mas Izquierdo	941 (± 532,4)	814,6 (± 411,3)	793,5 (± 487,1)	
<b>F. media</b>	Mas derecho	196,1 (± 14,17)	188,6 (± 20,7)	184,9 (± 19,8)	>0.775
	Mas Izquierdo	194,5(± 15,4)	192,7 (± 12,4)	184,5 (± 19)	

No se encontró ningún resultado estadísticamente significativo en el momento de comparar la función del musculo masetero del lado derecho con respecto a el lado izquierdo, en el momento de realizar la correlación con cada una de las maloclusiones ( $p > 0,05$ ) teniendo en cuenta cada una de las variables.

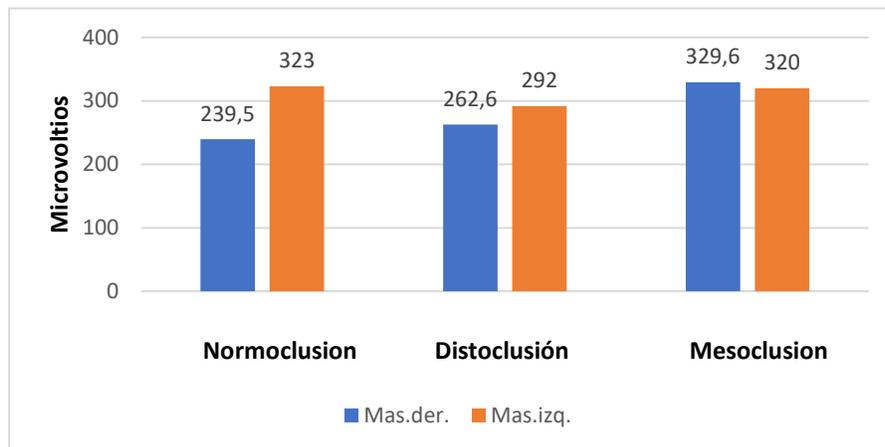
**Tabla 6** Comparación de los potenciales eléctricos del musculo masetero del lado derecho con el izquierdo en pacientes con neutroclusión, mesocclusión y distocclusión, con un nivel de significancia con un  $p < 0,05$ .

<b>Variables</b>	<b>Maloclusión</b>	<b>LADO DERECHO</b>	<b>(P valor)</b>	<b>LADO IZQUIERDO</b>	<b>(P valor)</b>
<b>Pico</b>	Normoclusión	239,5 (± 121,7)	0.664	323 (± 146)	0.61
	Distocclusión	262,6 (± 139)	0.154	292 (± 147)	0.96
	Mesocclusión	329,6 (± 185,7)	0.373	320 (± 177,5)	0.7
<b>Media</b>	Normoclusión	64,4 (± 26,4)	0.72	75,4 (± 74,7)	0.22
	Distocclusión	60,9 (± 21,4)	0.528	61 (± 48,5)	0.677
	Mesocclusión	71,7 (± 30)	0.365	70,26 (± 71,5)	0.423
<b>Integral</b>	Normoclusión	727,5 (± 404,5)	0.926	941 (± 532,4)	0.532
	Distocclusión	711,7 (± 433,4)	0.741	814,6 (± 411,3)	0.49
	Mesocclusión	785,1 (± 449)	0.714	793,5 (± 487,1)	0.917
<b>F. Media</b>	Normoclusión	196,1 (± 14,17)	0.29	194,5(± 15,4)	0.765
	Distocclusión	188,6 (± 20,7)	0.112	192,7 (± 12,4)	0.162
	Mesocclusión	184,9 (± 19,8)	0.69	184,5 (± 19)	0.267

- Potenciales eléctricos sobre la variable pico:

En la figura 12 se representan los resultados, el cual, el pico máximo lo obtuvo la mesocclusión con un valor de 329,6 microvoltios en el masetero derecho seguida de la Normoclusión con un valor de 323 microvoltios para el masetero izquierdo.

Los valores mínimos para el pico fueron del musculo masetero derecho de la mesoclusión con un valor de 239,5 microvoltios seguida de la distoclusión con un valor de 262,6 microvoltios.

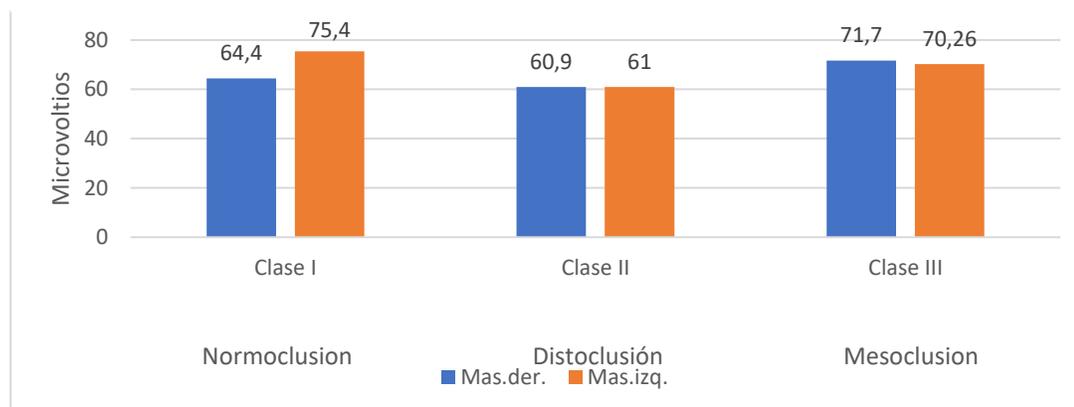


**Figura 11** Resultados de la variable pico

- Potenciales eléctricos sobre la variable media: En la tabla número 6 se describen los potenciales eléctricos representados con la variable media sobre el musculo masetero, en cada una de las maloclusiones, observándose de manera ilustrativa mediante la figura 13, el potencial con mayor valor fue dado en el lado izquierdo por la Normoclusión con una media de 75,4microvoltios y el valor mínimo representado en el lado derecho en la distoclusión con un valor de 60,9 microvoltios.

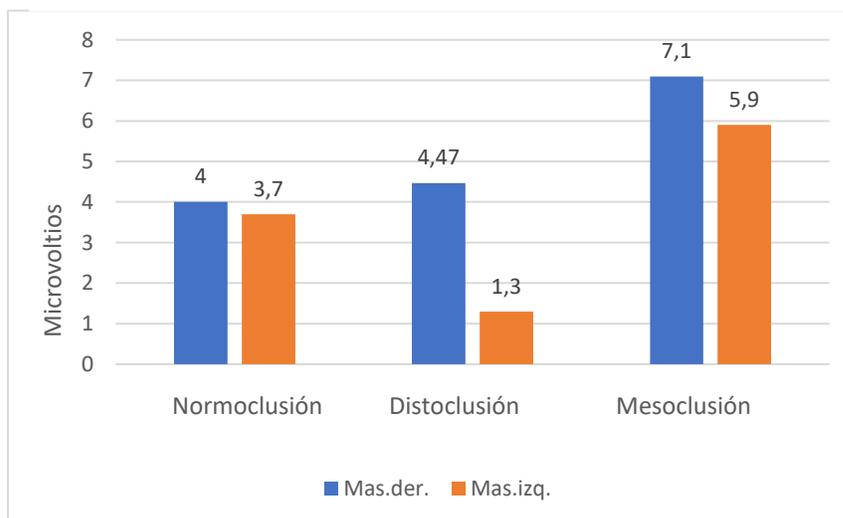
- Potenciales eléctricos sobre la variable mínima:

**Figura 12** Comparación de la actividad EMG media del músculo masetero, derecho e izquierdo, en las tres clases maloclusiones (microvolts)



La tabla 6 describe los potenciales eléctricos sobre el musculo masetero con la variable mínima, sin embargo, por la variabilidad de los resultados, se representa mediante la mediana. En la figura 14 se representan estos resultados, para la cual el valor máximo del musculo masetero fue para la mesoclusión en el lado derecho con un resultado de 7,1 microvoltios, seguido del lado izquierdo con un valor de 5,9uv. Los valores mínimos fueron representados por la distoclusión en el lado izquierdo con un resultado de 1,3 microvoltios.

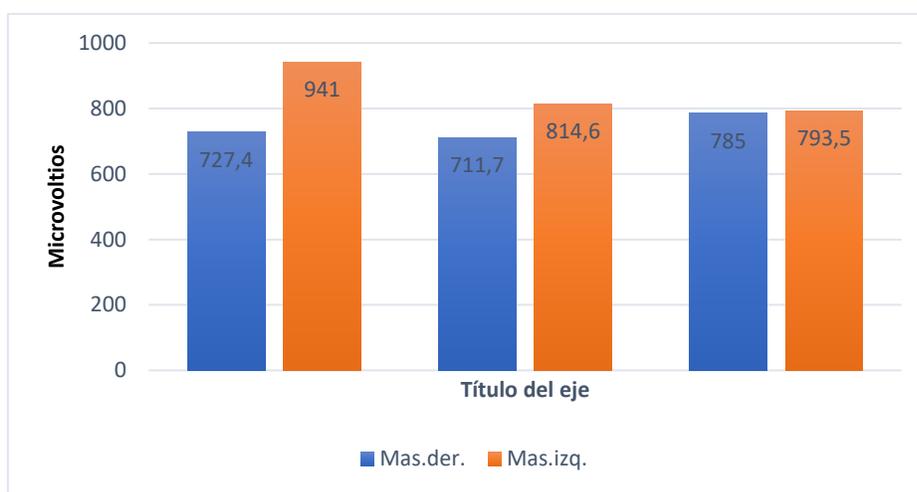
**Figura 13** Medianas de la actividad EMG mínima del músculo masetero, derecha e izquierda en las tres maloclusiones (microvolts)



- Potenciales eléctricos sobre la variable fuerza integral:

En la tabla número 6 se describen los potenciales eléctricos representados sobre la variable de Fuerza integral del músculo masetero de cada una de las maloclusiones, como se puede observar en la figura 15, en donde se representan los resultados, obteniendo el mayor potencial eléctrico en la Normoclusión sobre el masetero izquierdo con un valor de 941 microvoltios.

Los resultados mínimos para la fuerza integral se obtuvieron en la distoclusión sobre el musculo masetero del lado derecho con un valor de 711 microvoltios.

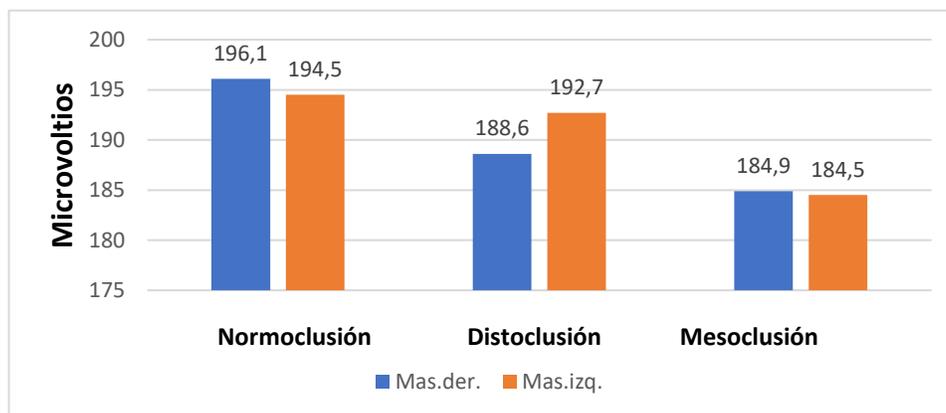


**Figura 14** Promedios del valor EMG integral para masetero der/izq, por clases (microvolt.s)

- Potenciales eléctricos sobre la variable fuerza media:

La tabla número 6 representa la frecuencia promedio de los potenciales eléctricos del músculo masetero en las tres maloclusiones esqueléticas, de igual manera se ilustran los resultados de manera gráfica en la figura 16 en donde podemos observar que la mayor frecuencia fue dada por la Normoclusión, siendo mayor en el lado derecho con un valor de 196,1 Hz, seguida por el lado izquierdo 194,5 Hz de esta misma maloclusión.

La frecuencia mínima del músculo masetero se puede observar en la mesoclusión, siendo similares tanto para el lado derecho como para el lado izquierdo, donde en el lado derecho se obtiene un resultado de 184,9 Hz y para el músculo del lado izquierdo una frecuencia de 184,5 Hz



**Figura 15** Frecuencia promedio de la actividad EMG del músculo masetero, derecha e izquierda en las tres clases maloclusiones (Hz)

## 8. DISCUSIÓN

Al analizar los resultados obtenidos sobre la muestra seleccionada, se logró determinar que no existe una diferencia estadísticamente significativa al evaluar potenciales eléctricos del músculo masetero en pacientes con neutroclusión, distocclusión y mesocclusión en sujetos en edades entre 12 a 53 años.

La edad es un factor muy importante, que debe tenerse en cuenta para realizar una valoración de la actividad de los músculos, las grabaciones de 24 horas de sEMG descritas por Ueda y colaboradores indicaron una mayor actividad de los músculos temporales en los niños y los músculos maseteros en los adultos (Ueda, Miyamoto, Ishizuka, & Tanne, 2000). Los autores atribuyeron esto al desarrollo incompleto de la dentición y las articulaciones temporomandibulares, así como a la inmadurez de los músculos en los niños, de igual manera Moss y Pancherz reiteraron que la actividad del músculo masetero era mayor en los grupos de edad mayores que en los más jóvenes, la diferencia en la actividad EMG encontrada entre niños y adultos lo atribuyeron a cambios de edad y / o un efecto de ejercicio del músculo masetero que ocurre durante la maduración. En nuestra investigación el promedio de edad de todos los sujetos fue de 22,5 años, ya que dos de nuestros criterios de inclusión fueron: dentición permanente completa y sin antecedentes de ortodoncia previo, este tipo de variables fueron más escasas de encontrar en población mayor, es por esto, que nuestra muestra está conformada por pacientes jóvenes, este podría ser uno de los factores por el cual se podría justificar nuestros resultados (Pancherz, 1980).

El estudio realizado por Castroflorio y colaboradores en el 2008, concluyen que la electromiografía de superficie de los músculos elevadores de la mandíbula tiene limitaciones que aún no se han resuelto, ya que en cada toma intervienen varios factores como: *parámetros del sistema de electrodos*, la amplitud cambia con diferencias en la distancia entre electrodos tan pequeñas como 2 a 5 mm junto con *la orientación y ubicación de los electrodos*. Se ha recomendado la estandarización de la ubicación de los electrodos en el musculo temporal y masetero teniendo en cuenta puntos de referencia anatómicos, de acuerdo a lo anteriormente mencionado por Castroflorio y colaboradores, en nuestro estudio se posicionaron los electrodos teniendo como referencia la palpación realizada por una experta en el área de fonoaudiología, la cual recibió una previa calibración en el manejo del equipo y se estandarizo la toma de la muestra en 10 sujetos ajenos al estudio, para finalmente evaluar en cada participante el origen e inserción del músculo masetero, en donde consideramos que cada paciente pudo haber presentado una diferencia en la distancia de los electrodos y su orientación (Castroflorio, Bracco, & Farina, 2008).

Por otra parte, Leibman y Cosenza enfatizaron que la colocación de electrodos en diferentes tiempos de toma, puede tener una influencia significativa en las grabaciones de amplitud EMG, por lo que cabe mencionar que en el presente estudio, el efecto de la colocación repetida de electrodos fue realizada únicamente en el momento de la calibración con un lapso de tiempo de 15 días, sin embargo durante la investigación no se realizaron repeticiones ya que los sujetos iniciarían con tratamiento de ortodoncia (Leibman y Cosenza, 1960) y tal como lo reporta el estudio realizado por Hauber y colaboradores, 24 horas después de la colocación de los brackets, la función del musculo masetero se reduce significativamente (Gustavo Hauber, 2010).

Los estudios de Garnik (Garnick, 1975) y Dhalström (Dhalström, 1989) informaron variaciones notables de las características de la señal EMG en la misma toma y diferentes sesiones de grabación de igual manera Dahan y Boitte coincidieron con lo descrito por Dhalström donde observaron diferencias en las grabaciones EMG realizadas en 2 días, mientras que hubo variaciones más pequeñas dentro de la misma sesión de grabación, lo que puede ser un factor influyente en los resultados obtenidos en el presente estudio, ya que las muestras tomadas se realizaron en diferentes momentos dada la disponibilidad de los sujetos del estudio (Dahan & Boitte, 1986)

En el presente estudio se utilizó para evaluar la actividad del musculo masetero con cera rosada (1gramo), evitando modificar los patrones masticatorios, sin embargo, el estudio realizado por Gerlane Karla y colaboradores, determinaron que no existe un consenso sobre cuál es el mejor alimento para masticar durante la evaluación electromiográfica del músculo masetero. Teniendo en cuenta que en nuestro estudio se realizó la toma de la muestra del musculo masetero en masticación con cera rosada y no con alimentos que se puedan degluir, puede ser un factor que afecte el adecuado funcionamiento de los patrones musculares (Gerlane Karla Bezerra Oliveira Nascimento, 2012).

El estudio realizado por Giedre Berretin y colaboradores, evaluaron el ciclo masticatorio durante 15 segundos en sujetos sanos con diferentes alimentos como fueron cera de parafina, manzana o plátano, los valores arrojados por la electromiografía fueron: parafina (498,67 ms), manzana (457,33 ms) y plátano (436,33 ms), por lo que no se evidencian diferencias significativas en el momento de hacerlo con los tres tipos de alimentos, en nuestro estudio todos los participantes

realizaron el proceso de masticación con la misma porción de cera rosada, la cual previamente fue pesada y porcionada (Berretin-Felix, 2005).

Shamima Nishi y colaboradores en el año 2018, realizaron un estudio sobre la asociación entre la actividad muscular y el overjet en maloclusión clase II con electromiografía de superficie. El total de la población fue de 18 pacientes con un rango de edad entre 18 y 35 años, la ubicación del electrodo en el musculo masetero se realizó por medio de la palpación del ángulo de la mandíbula en la zona anterosuperior al ángulo de la mandíbula. Al momento de tomar la muestra se les indicó a los pacientes que no movieran la lengua, ya que esto daría lugar a la estimulación de los músculos y podría mostrar resultados alterados. El procedimiento de grabación de la sEMG se hizo tiempo de 10 segundos, en los resultados del estudio el grupo de pacientes con maloclusión clase II con overjet aumentado mostró una asociación significativa con la actividad del músculo masetero en la etapa de masticación. En nuestra investigación podemos encontrar ciertas similitudes en el protocolo y características de la muestra como: la ubicación de los electrodos y el rango de edad, pero las diferencias radicarón en el tiempo de la toma de la muestra de 5 segundos y la utilización de chicle. En nuestro estudio se evaluaron pacientes con distoclusión, pero no se realizaron las mediciones del overjet, a pesar de eso, los 10 sujetos de ese grupo no tuvieron diferencia significativa con los otros dos grupos (Shamima Easmin Nishi, Basri, Rahman, & Husein, 2018).

En un estudio realizado por Vianna-Lara y colaboradores en el 2009 tuvieron como objetivo comparar la actividad electromiográfica (EMG) del masetero y la porción anterior de los músculos temporales en diferentes tipos faciales, en su metodología realizaron los registros electromiográficos con tres repeticiones en reposo mandibular, máxima contracción voluntaria en intercuspidadación y contracción isotónica bilateral simultánea, a diferencia de nuestro estudio el cual solo se pudo realizar en una toma, dado por: el tiempo en clínica de los pacientes no era suficiente para lograr que el musculo reposara y no mostrara signos de fatiga en la segunda y tercera toma, a pesar de que este estudio presentó más facilidad en tiempo y reproducibilidad de la toma no determinan patrones distintos de actividad EMG para el masetero y la porción anterior de los músculos temporales durante el reposo y la masticación bilateral (Vianna-lara, Henrique, Caria, Oliveira, & Mendonc, 2009).

La influencia de las maloclusiones verticales sobre la actividad eléctrica de los músculos descrita por Yousefzadeh et al. En donde realizaron registros EMG de los músculos temporal, masetero, orbicular de la boca y digástrico en pacientes de 10,1 a 13,2 años con mordida abierta anterior (Hiperdivergentes), mostraron una menor actividad en los músculos en comparación con los sujetos sanos (Normodivergentes). De igual manera el estudio reportado por Krzysztof y colaboradores confirmaron que la morfología craneofacial tiene una influencia considerable en la actividad eléctrica de los músculos masticatorios. Por lo anteriormente mencionado y por los resultados obtenidos en el presente estudio, se podrían encontrar diferencias significativas en el momento de comparar las diferentes maloclusiones según el tipo de crecimiento de cada paciente, lo que podría tener relevancia en el momento de evaluar los potenciales eléctricos sobre el musculo masetero en masticación.

Por lo tanto, algunas sugerencias para estudios futuros, sería realizar la toma de la electromiografía en un solo momento ya que varios autores como lo vimos anteriormente, reportan que se puede alterar el resultado final de la electromiografía al tomarlo en diferentes días, de igual manera, es relevante mencionar la importancia que tiene realizar el estudio en compañía de una experta en el área de fonoaudiología, como se realizó en la presente investigación para la palpación y ubicación de electrodos de manera más precisa. Lo ideal es contar con mayor disponibilidad con los pacientes, ya que, en algunas ocasiones los sujetos acudían tardíamente a las clínicas generando retraso en la toma de EMG y en la cita de valoración por parte del estudiante. Por último, sería ideal contar con un equipo de EMG que tuviese dos o mas sensores, esto hubiese facilitado la toma en un solo un momento y en un solo ciclo masticatorio simultáneamente evitando fatiga muscular. Se recomienda tener los resultados de este estudio con cautela y que futuros estudios mejoren el protocolo de la toma junto a un mayor número de sujetos

En el presente estudio, se debe tener en cuenta que las diferencias entre géneros dentro de una misma clase se hicieron con muestras muy pequeñas y por lo tanto era de esperar que no alcanzaran significancia. La variabilidad de los datos EMG es alta (desviaciones estándar altas) por cuanto depende de muchos factores anatómicos y fisiológicos. Esa alta variabilidad y el tamaño de la muestra pueden contribuir para que las diferencias no sean significativas.

## 9. CONCLUSIONES

A partir de los resultados del presente estudio, se puede concluir que:

- La electromiografía de superficie es una ayuda diagnóstica que permite determinar los potenciales eléctricos en las diferentes maloclusiones, sin embargo, la variabilidad de sus resultados es alta, ya que interfieren diversos factores, como son los anatómicos, fisiológicos o la propia ubicación de los electrodos.
- No existe una correlación entre la actividad electromiográfica del músculo masetero del lado derecho con el del lado izquierdo en ninguna de las tres maloclusiones: neutroclusión, mesoclusión y distoclusión.
- No se encontraron diferencias significativas en el momento de comparar los potenciales eléctricos del músculo masetero en pacientes con neutroclusión, mesoclusión y distoclusión.
- No existe una relación significativa entre la actividad electromiográfica del músculo masetero ni por edades ni por sexo.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Andrea, E. D., & Barbaix, Æ. E. (2006). Anatomic research on the perioral muscles , functional matrix of the maxillary and mandibular bones, 261–266. <https://doi.org/10.1007/s00276-006-0095-y>
- BERRETIN-FELIX. (2005). MASTICATORY FUNCTION IN TEMPOROMANDIBULAR DYSFUNCTION PATIENTS : ELECTROMYOGRAPHIC EVALUATION, *13*(4), 360–365.
- Buchthal, F., & Pinelli, P. (1951). AS A DIAGNOSTIC AID I N NEURO-MUSCULAR DISORDERS.
- Castroflorio, T., Bracco, P., & Farina, D. (2008). Surface electromyography in the assessment of jaw elevator muscles, 638–645. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2008.01864.x>
- Chandu. (2004). The effect of an interocclusal appliance on bite force and masseter electromyography in asymptomatic subjects and patients with temporomandibular pain and dysfunction, *(7)*, 530–537.
- Cosenza, F. (1960). An evaluation of electromyography in the study of the etiology of malocclusion.
- Dahan, J., & Boitte, C. (1986). Comparison of the Reproducibility of EMG Signals Recorded from Human Masseter and Lateral Pterygoid Muscles.

Dalgorf, D., & Higgins, K. (2008). Reconstruction of the midface and maxilla.

Daube, J. R., & Rubin, D. I. (2009). *Aanem monograph*, (February), 244–270.  
<https://doi.org/10.1002/mus.21180>

Garnick, J. J. (1975). Reproducibility of the Electromyogram, 867–871.

Gerlane Karla Bezerra Oliveira Nascimento. (2012). SURFACE ELECTROMYOGRAPHY OF THE MASSETER MUSCLE DURING CHEWING: A SYSTEMATIC REVIEW  
*Eletromiografia de superfície do músculo masseter*, (2), 725–731.

Gremillion, H. A., & Klasser, G. D. (2018). *Temporomandibular Disorders*.

Gustavo Hauber. (2010). Characteristics of masticatory muscles in children with unilateral posterior crossbite, *24*(2), 204–210.

Joshi, N., Hamdan, A. M., & Fakhouri, W. D. (2014). Skeletal Malocclusion : A Developmental Disorder With a Life-Long Morbidity, *6*(6), 399–408.

Jungin Bae. (2017). Comparison of masticatory efficiency according to Angle ' s classification of malocclusion. *THE KOREAN JOURNAL of Original Article ORTHODONTICS*, 151–157.

Lipski, M., Tomaszewska, I. M., Lis, G. J., & Tomaszewski, K. A. (2013). The mandible and its foramen : anatomy , anthropology , embryology, (December).  
<https://doi.org/10.5603/FM.2013.0048>

Nishi, Shamima E, Rahman, N. A., Basri, R., Alam, M. K., Noor, N. F. M., Zainal, S. A., & Husein, A. (2021). Surface Electromyography ( sEMG ) Activity of Masticatory Muscle ( Masseter and Temporalis ) with Three Different Types of Orthodontic Bracket, 2021.

Nishi, Shamima Easmin, Basri, R., Rahman, N. A., & Husein, A. (2018). Association between muscle activity and overjet in class II malocclusion with surface electromyography. <https://doi.org/10.4103/jos.JOS>

Okay, D. J., Genden, E., Buchbinder, D., & Urken, M. (2001). Prosthodontic guidelines for surgical reconstruction of the maxilla: A classification system of defects, 86(4).

Ootaki, S., Yamamura, K., Inoue, M., Amarasena, J. K. C., Kurose, M., & Yamada, Y. (2004). Activity of peri-oral facial muscles and its coordination with jaw muscles during ingestive behavior in awake rabbits, 1001, 22–36. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2003.11.037>

Pancherz, H. (1980). Activity of the temporal and masseter muscles in Class II , Division 1 malocclusions.

Pancherz, H., & Herbst, E. (1985). The Herbst appliance-Its and clinical use.

Perillo, L., Esposito, M., Lucchese, A., Santini, A. C., & Carotenuto, M. (2013). Occlusal traits in developmental dyslexia : a preliminary study, 1231–1237.

Physiology, S. (1989). Electromyographic studies of craniomandibular disorders : a review of the literature, 16, 1–20.

- Reaz, M. B. I., & Hussain, M. S. (2006). Techniques of EMG signal analysis: detection , processing , classification and applications, 8(1), 11–35. <https://doi.org/10.1251/bpo115>
- Thilander, B., Pena, L., Infante, C., Parada, S. S., & Mayorga, C. De. (2001). Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in children and adolescents in Bogota , Colombia . An epidemiological study related to different stages of dental development, 23, 153–167.
- Ueda, H. M., Miyamoto, K., Ishizuka, Y., & Tanne, K. (2000). Masticatory muscle activity in children and adults with different facial types, 63–68.
- Vianna-lara, M. S., Henrique, P., Caria, F., Oliveira, D. De, & Mendonc, M. (2009). Electromyographic Activity of Masseter and Temporal Muscles with Different Facial Types, 79(3). <https://doi.org/10.2319/012308-41.1>
- Virost, E., Ma, G., Clanet, C., & Jung, S. (2017). Physics of chewing in terrestrial mammals. *Nature Publishing Group*, (March), 6–11. <https://doi.org/10.1038/srep43967>
- Watanabe, Y., & Diseases, O. (2014). *Age Changes in Oral Function. Reference Module in Biomedical Research* (Third Edition). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.00041-6>