



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

USO DE LA ELECTROMIOGRAFÍA COMO AUXILIAR EN  
ORTODONCIA.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

GEMA SÁNCHEZ DOMÍNGUEZ

TUTORA: Esp. PAULA CHRISTIAN REYES ZAMORANO

:



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, en tus aulas me has formado, desde mi hermosa Escuela Nacional Preparatoria Plantel 6 “Antonio Caso” hasta mi bella Facultad de Odontología.

A mi tutora de tesis la CDEO. Paula Christian Reyes Zamorano por su asesoría y orientación durante la realización de este trabajo.

Al C.D. Julio Morales Gonzáles, al CDEO. Gabriel Alvarado Rossano y especialmente a la Mtra. María de Lourdes Eriksen Persson, gracias a todos por su guía y orientación.

Por fin estoy terminando una bella etapa y no quiero dejar de reconocer a esas personas especiales que estuvieron a mi lado.

Agradezco infinitamente a mis padres Víctor y Juana quienes me apoyaron siempre, especialmente a mi mami quien ha sido incondicional, por ella es que he logrado mis metas, ella es mi inspiración.

Quiero agradecer a mis hermanas Esmeralda y Perla por su apoyo, amor, cuidados y por haberme dado tantos ánimos cuando más los necesité.

A mí pequeña sobrina Jade quien es mi alegría.

A mi novio y amigo Arturo por estar a mi lado en esta etapa acompañándome siempre con amor y paciencia.

A mis amigos José y Greece quienes me han dado su amistad sincera y especialmente a Iveett, Daniela e Ylenia por ayudarme a superar tantos obstáculos, por sus cuidados, por su cariño y por ser mis hermanas de corazón.

A mis pacientes por haber confiado en mí.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	6
PROPÓSITO .....	7
OBJETIVO .....	7
1. SISTEMA MASTICATORIO .....	8
2. FUNCIÓN MUSCULAR .....	9
- 2.1 Conjuntos Musculares del cráneo .....	9
3. CONSIDERACIONES ANATÓMICAS .....	14
- 3.1 Músculo temporal .....	14
- 3.2 Músculo masetero .....	15
- 3.3 Músculo pterigoideo lateral .....	16
- 3.4 Músculos pterigoideo medial .....	16
- 3.5 Músculo digástrico .....	18
- 3.6 Músculo esternocleidomastoideo .....	19
- 3.7 Músculo orbicular de los labios o de la boca .....	20
- 3.8 Músculo buccinador.....	21
4. MOVIMIENTOS MUSCULARES .....	22
- 4.1 Músculos temporal .....	22
- 4.2 Músculo masetero .....	23
- 4.3 Músculo pterigoideo lateral .....	24
- 4.4 Músculos pterigoideo medial .....	25
- 4.5 Músculo digástrico.....	26
- 4.6 Músculo esternocleidomastoideo .....	27
- 4.7 Músculo orbicular de los labios o de la boca .....	27
- 4.8 Músculo buccinador .....	27

5. FISIOLÓGÍA DEL TEJIDO MUSCULAR .....	28
- 5.1 Unidad motora .....	28
- 5.2 Unión neuromuscular .....	28
- 5.3 La actividad eléctrica de las fibras del músculo esquelético ...	30
- 5.3.1 Generación del potencial de acción .....	31
6. VALORACIÓN DE LA MUSCULATURA .....	32
- 6.1 Examen físico de los músculos .....	32
- 6.1.1 Protocolo de palpación .....	33
- 6.1.2 Protocolo del músculo temporal .....	34
- 6.1.3 Protocolo del músculo masetero .....	36
- 6.1.4 Protocolo para los músculos pterigoideos .....	37
- 6.1.5 Protocolo del músculo digástrico .....	39
- 6.1.6 Protocolo para el músculo esternocleidomastoideo .....	40
- 6.2 Posibles conexiones oclusales .....	41
7. CLASIFICACIÓN DE LAS MALOCLUSIONES .....	43
- 7.1 Etiología de las maloclusiones .....	48
8. ELECTROMIOGRAFÍA .....	53
- 8.1 Electromiografía en Odontología .....	57
- 8.2 Electromiografía en Ortodoncia y Ortopedia craneofacial .....	60
- 8.3 Ejemplo de caso clínico .....	74
CONCLUSIONES .....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	77

## INTRODUCCIÓN

Los métodos auxiliares son todos aquellos exámenes que el profesional de la salud puede utilizar para apoyar o descartar el diagnóstico. Estos brindan datos importantes, reportan parámetros específicos del organismo por lo que se le considera un método de tipo cuantitativo también existen otros que realizan la valoración del estado de salud mediante la apreciación sensorial, principalmente la visual, este ejemplifica a los métodos de tipo cualitativo.

Para que el experto pueda analizar de forma adecuada todos los datos obtenidos mediante la anamnesis, el examen clínico y los datos provenientes de métodos auxiliares de diagnóstico deberá valerse de sus conocimientos, experiencia, habilidad y sagacidad.

El adelanto de la tecnología ha hecho posible el desarrollo de nuevos aparatos en el área de la Medicina. El electromiógrafo es uno de ellos, con él se realiza el electromiograma o electromiografía, el cual es un test electrofisiológico utilizado para valorar la actividad muscular pues tiene la capacidad de registrar el potencial de acción es decir la actividad eléctrica que es generada durante la acción muscular.

En el área de Odontología, específicamente en el área de Ortodoncia y Ortopedia craneofacial esta herramienta se puede utilizar durante el diagnóstico, el pronóstico y el monitoreo de los tratamientos con el objetivo de conocer cuál es el efecto en los músculos que causan las discrepancias óseo dentales y musculares, así como el resultado que se obtiene en los casos donde por tratamiento se utiliza aparatología. Para interpretar los datos o resultados del estudio es necesario tener los conocimientos anatómicos y fisiológicos del área a examinar; Conocer las técnicas disponibles para el uso de la electromiografía, así como sus características con el fin de decidir utilizar la más adecuada según las particularidades del caso y del paciente.

## PROPÓSITO

Dar a conocer los posibles usos de la electromiografía en área de ortodoncia.

## OBJETIVO

Describir el uso adecuado de la electromiografía como auxiliar en ortodoncia para que sea una herramienta de utilidad, así como la manera en que los datos se interpretan según el caso, ayudando a la optimización de tratamientos.

## 1. SISTEMA MASTICATORIO.

El sistema masticatorio<sup>1</sup> se configura por diversas estructuras, las cuales son:

- Bases óseas, estas se encuentran en la parte superior del cuerpo y comprenden el segmento de cabeza y cuello, van desde la clavícula hasta el cráneo.
- Sistemas de suministro vascular, linfático y nervioso.
- Tejidos blandos, como músculos y órganos
- Dientes.
- Articulación temporomandibular (ATM)<sup>2,3</sup> (Fig. 1).

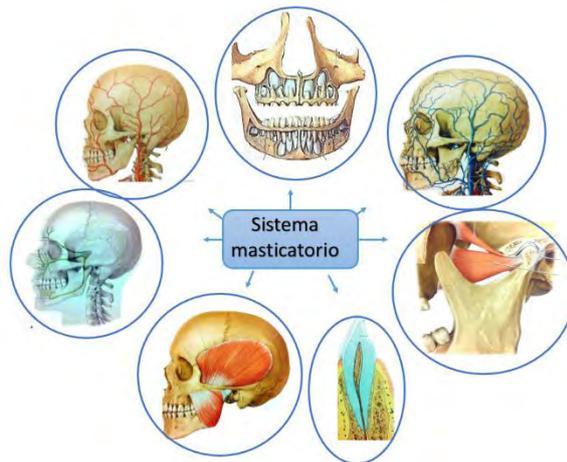


Fig. 1 Sistema masticatorio. Tomado de Schünke, M. Prometheus: Texto y atlas de Anatomía. Tomo III, 2ª Edición. Madrid; México: Editorial Médica Panamericana, 2010

Todas las partes trabajan entre sí y son interdependientes al punto que la disfunción de una estructura puede influenciar al complejo en su totalidad. El conocimiento de sus componentes permite la evaluación del sistema como un todo, por lo que el examen y la corrección de sus defectos, serán más efectivos, con un esfuerzo y trauma mínimos para el paciente.

Como odontólogo es fundamental preocuparse por los efectos que la oclusión tiene sobre este sistema por lo que su análisis se considera debe ser a detalle<sup>2</sup>.

## 2. FUNCIÓN MUSCULAR

Hablar solo de los músculos que se insertan en la mandíbula sería reducir el conjunto real de estos puesto que tienen participación durante diversas funciones del sistema masticatorio. Como en el caso de las funciones de la cabeza y el cuello, las cuales de forma normal tienen relación cercana con la estabilidad mandibular y los reflejos protectores que ocurren durante el movimiento del cuerpo.

Es entonces acertado decir que no es posible hacer un análisis completo de las funciones de todos los músculos de la masticación y de aquellos relacionados en todos los movimientos de la mandíbula, debido a la complejidad de sus interacciones y de un buen número de músculos que de manera directa o indirecta se relacionan con el sistema masticatorio. Sería limitado hablar de que un músculo tiene una función principal o única basados en su inserción o razón de origen. Es mejor decir que se pueden analizar algunos aspectos importantes de las funciones que realizan los músculos en forma individual e incluso con la participación de algunos otros que actúan como antagonistas<sup>4</sup>.

### 2.1 Conjuntos Musculares del cráneo

De las distintas estructuras que se localizan en el cráneo, los músculos son elementos que actúan en grupo con el fin de cumplir una acción determinada o de oponerse a otra, es decir trabajan como agonistas o antagonistas, este accionar les permite el cumplimiento de una función en común.

Aquellos que se agrupan para cumplir una misma función, se les denomina Grupo Muscular Funcional, se debe tener presente el valor de la función muscular en la dinámica oral.

Todo movimiento que ocurre dentro del sistema masticatorio, está regido por contracciones y relajaciones musculares, que se continúan unas a otras

produciendo un fenómeno de acción-reacción, que se conoce como Función muscular o trabajo muscular<sup>5</sup>.

Considerando el número de músculos que integran el cráneo humano Ohanian los clasifica, siguiendo el criterio de agruparlos según su área de acción, la cual se muestra en el cuadro 1 (fig. 2)<sup>5</sup>.

<b>GRUPOS MUSCULARES DEL CRÁNEO SEGÚN SU ÁREA DE ACCIÓN.</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Cervicales posteriores.</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Profundos</li><li>- Medios</li><li>- Superficiales</li></ul></li><li>• <b>Craneales</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Occipito-frontal</li><li>- Aponeurosis Epicraneana.</li></ul></li><li>• <b>Faciales (de la expresión facial)</b><ul style="list-style-type: none"><li>-Profundos</li><li>-Superficiales</li></ul></li><li>• <b>Posturales mandibulares</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Temporal</li><li>-Masetero</li><li>-Pterigoideo Lateral</li><li>-Pterigoideo Medial</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Internos</b><ul style="list-style-type: none"><li>-Linguales</li><li>-Del Velo de paladar</li><li>-Faríngeos</li></ul></li><li>• <b>Cervicales</b><ul style="list-style-type: none"><li>-Prevertebrales profundos medios</li><li>-Profundos laterales</li><li>-Suprahioideos e infrahioideos</li><li>-Esternocleidomastoideo</li><li>-Platisma (porción cervical)</li></ul></li></ul>

Cuadro 1. <sup>5</sup> Clasificación de los grupos musculares del cráneo según su área de acción. Tomado de Ohanian M. Fundamentos y Principios de la Ortopedia Dento- maxilo-facial. Venezuela: Actualidades Medico Odontológicas Latinoamérica, 2000.

Se debe considerar que los grupos musculares están presentes actuando de forma simultánea, de tal manera que su participación no tiene límites físicos, así por ejemplo en la deglución los músculos faciales, posturales mandibulares y los internos de la cavidad oral actúan en conjunto.

Al seguir el criterio de agrupación de los músculos por su área de acción se dividen en grupos para su estudio.

Al explicar la clasificación de los grupos musculares la autora. refiere que aquellos ubicados dorsalmente a la columna cervical son los Cervicales Posteriores, los cuales relacionan las vértebras cervicales y la cintura escapular con la zona occipital del cráneo, que gobierna el sostén posterior de la cabeza. Por encima encontramos que este mismo grupo se relaciona con el vientre posterior del músculo digástrico, Ohanian M. lo denomina como un músculo craneano, con el músculo occipital y por delante con el músculo frontal y se unen por la aponeurosis epicraneal, que a los lados se relaciona con la del músculo temporal y que da unión funcional al Grupo Cervical Posterior con el Grupo Facial. Este antes mencionado se extiende desde los arcos orbitarios hacia abajo y cubre toda la cara hasta el cuello, mantiene significativas relaciones funcionales hacia abajo con el Grupo Cervical Anterior, mismo que dará relación funcional desde el punto de vista muscular a las zonas, ventral de la columna cervical y pectoral, con la cabeza.

Es así como desde la nuca hasta la zona anterior del cuello y de forma transversal y a partir de la zona lateral del cuello por los Músculos Profundos Laterales hacen que la cabeza tenga equilibrio postural sobre la columna vertebral, es así como se establece la cadena cinética antero-posterior y latero-lateral.

El Grupo Muscular Facial se relaciona con dos grupos, el Grupo Muscular Cervical Anterior y con el Grupo Postural Mandibular. Estos últimos son los que proporcionan estabilidad a la mandíbula, participan los músculos masticadores, con esto se entiende que la postura mandibular dada por este grupo, está relacionada también con la musculatura facial y entonces con la postura correcta de la cabeza.

El Grupo Muscular Postural Mandibular, además está relacionado con el Grupo Muscular Interno (extrínsecos de la lengua, paladar blando,

faríngeos y laríngeos) que se ubica dentro de los maxilares y aquellos que confluyen con la vía aérea superior y la vía digestiva).

La posición mandibular así como la postura de la cabeza están ligadas de manera íntima y a su vez también lo están con la columna vertebral, todo esto debido a la relación dada por el trabajo muscular de todos estos grupos. Forma, función y postura, están relacionados de forma directa e indirecta, influenciados por la actividad muscular.

Los grupos que rodean la cavidad oral son en definitiva un área de interés particular para la odontología

La cavidad oral está rodeada e influenciada en su crecimiento y desarrollo por un importante número de músculos que en las diferentes funciones dan origen a la forma normal o anatómicamente patológica.

Cuando lo vemos de esta forma, nos encontramos a una cavidad que se encuentra bien delimitada anatómicamente y también su contenido, dentro se ubican la arcada dental y los rebordes alveolares. Se parte así de una cavidad que queda dividida por estas arcadas dentarias en dos espacios, uno externo y uno interno a ellas.

### Espacios bucales

El espacio bucal externo, es que se delimita hacia adentro por las arcadas dentarias y hacia afuera por los músculos orbicular de los labios, hacia adelante, el músculo buccinador, ambos pertenecen al Grupo Facial Muscular. Por dentro el espacio bucal interno tiene como límites a la arcada dental y los rebordes alveolares adelante y a los costados, por arriba el paladar duro y blando, hacia abajo piso de boca y por detrás al espacio abierto que se da por el istmo de las fauces.

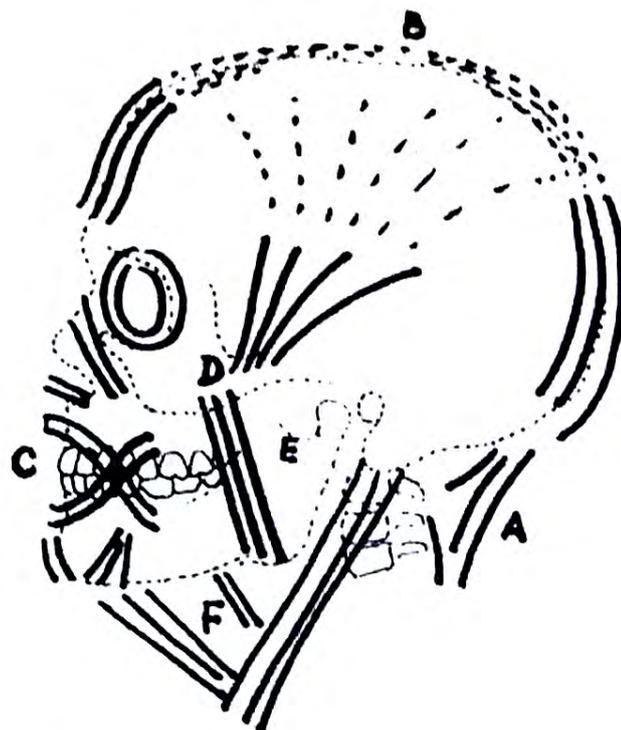
Las fuerzas musculares se clasifican como: Extraorales e Intraorales.

Extraorales, dónde participan el orbicular de los labios, el buccinador y el constrictor superior de la faringe.

Intraorales: Músculos de la lengua y los suprahioides.

Estas fuerzas musculares son las que intervienen en el desarrollo esquelético del cráneo.

Las fuerzas extraorales crean una fuerza centrípeta que desde fuera contralora el crecimiento de las arcadas, actuando junto a la fuerza interna que es centrifuga, dada por músculos linguales o Conjunto Muscular Lingual quien ligado a los músculos suprahioides, inducirá el crecimiento y desarrollo de maxilares y arcadas dentarias. Estos dos grupos dominarán la posición de la mandíbula, hioides y lengua que harán de todo una unidad funcional; participan en forma directa en las funciones del sistema masticatorio.



**GRUPOS MUSCULARES**

- A- Cervicales posteriores
- B- Craneales
- C- Faciales

- D- Posturales mandibulares
- E- Internos
- F- Cervicales anteriores

Fig. 2 Grupos Musculares. Tomado de Ohanian M. Fundamentos y Principios de la ortopedia Dento- maxilo- facial. Venezuela: Actualidades Medico Odontológicas Latinoamérica, 2000.

### 3. CONSIDERACIONES ANATÓMICAS

Para hacer más claro el entendimiento de las relaciones musculares, se tiene que considerar la ubicación y la disposición de los músculos de nuestro interés.

#### 3.1 Músculo temporal

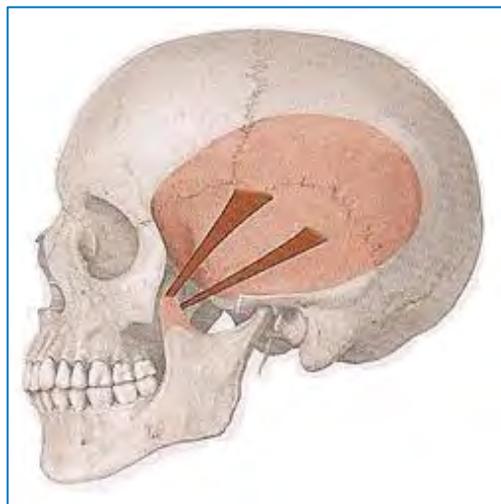
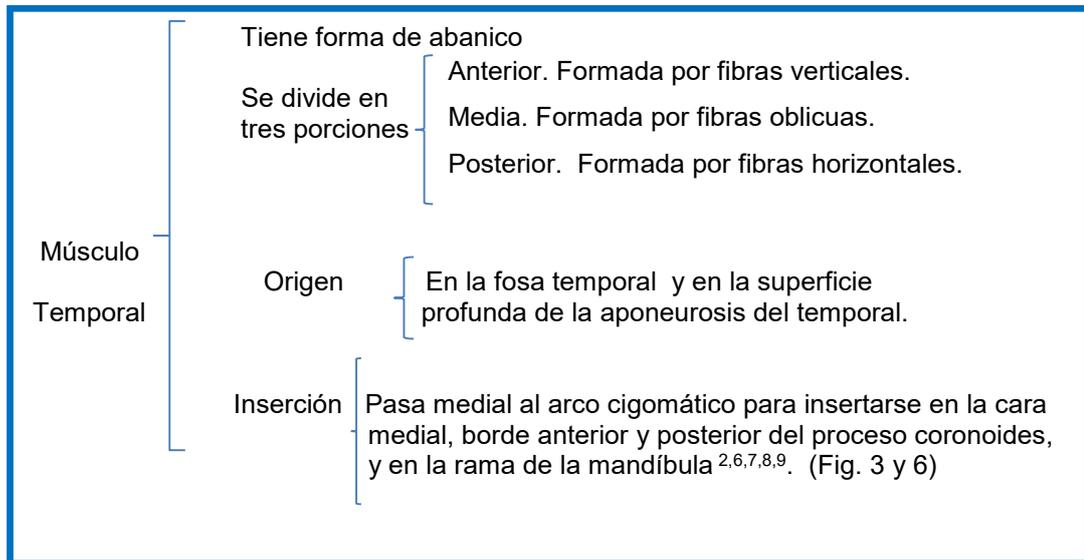


Fig. 3. Músculo temporal. Tomado de Schünke, M. Prometheus: Texto y Atlas de Anatomía. Tomo III, 2ª Edición. Madrid; México: Editorial Médica Panamericana, 2010

### 3.2 Músculo masetero

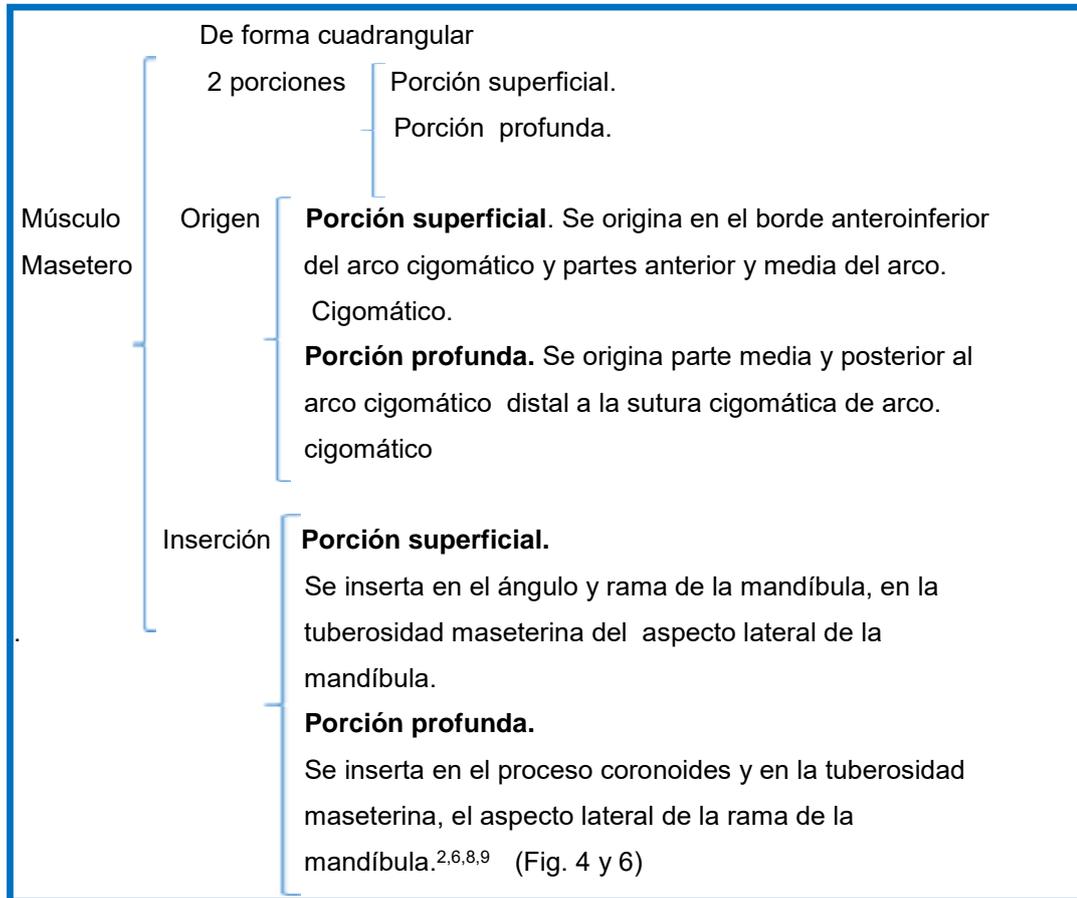
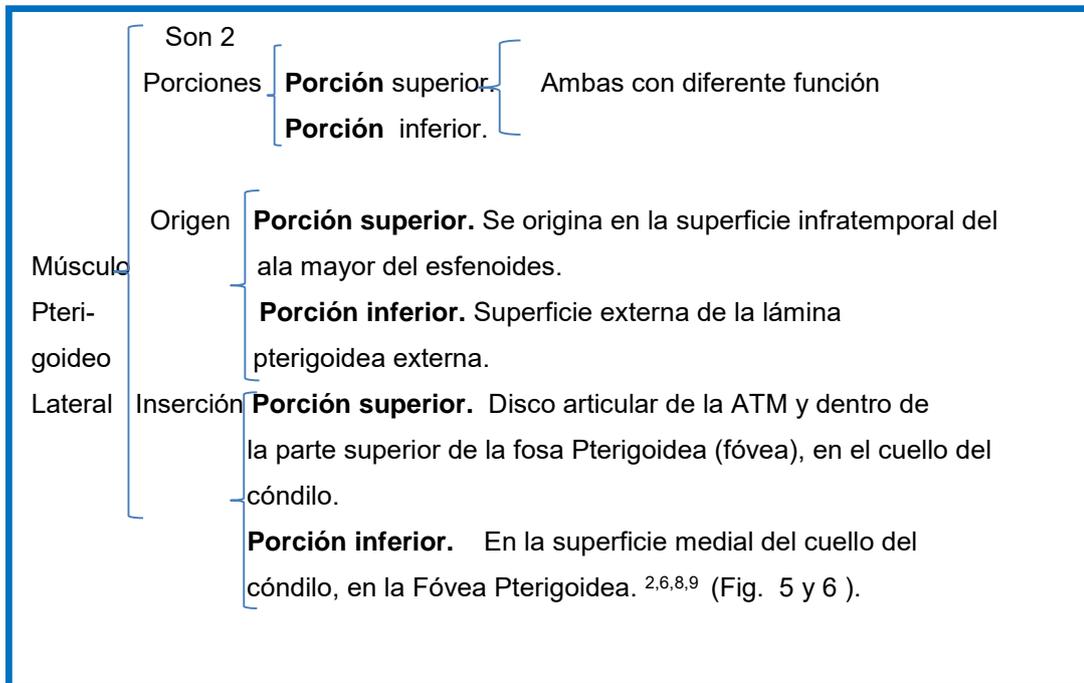
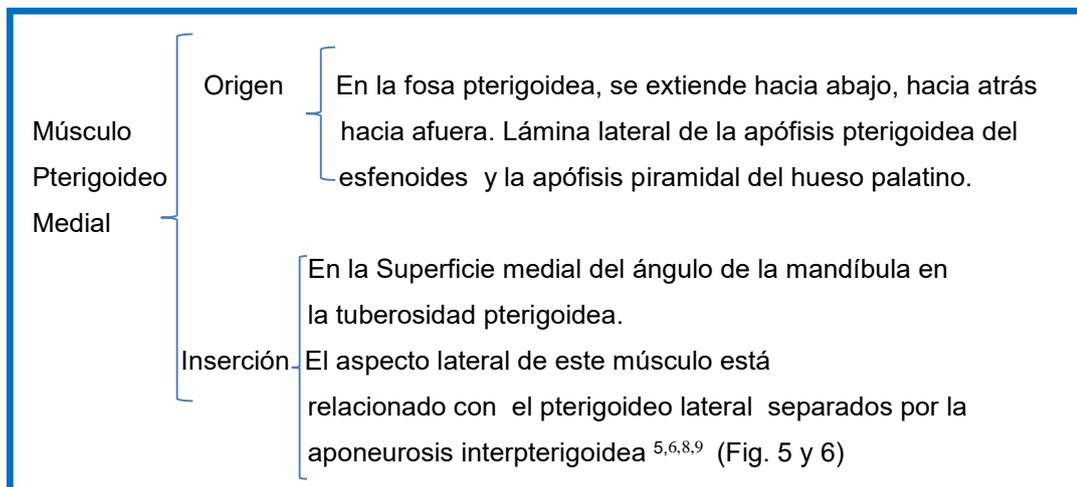


Fig. 4. Músculo masetero, origen e inserción. Tomado de Schünke, M. Prometheus: Texto y atlas de Anatomía. Tomo III, 2ª Edición. Madrid; México: Editorial Médica Panamericana, 2010

### 3.3 Músculo pterigoideo lateral



### 3.4 Músculo pterigoideo medial



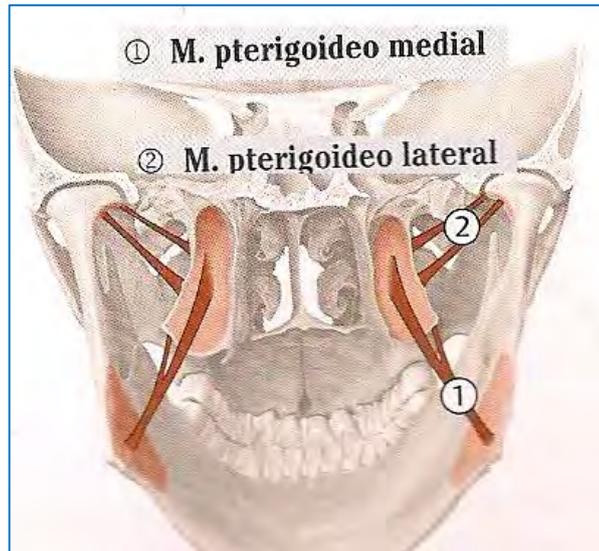


Fig. 5. Músculo pterigoideo lateral y pterigoideo medial, origen e inserción. Tomado de Schünke, M. Prometheus: Texto y Atlas de Anatomía. Tomo III, 2ª Edición. Madrid; México: Editorial Médica Panamericana, 2010

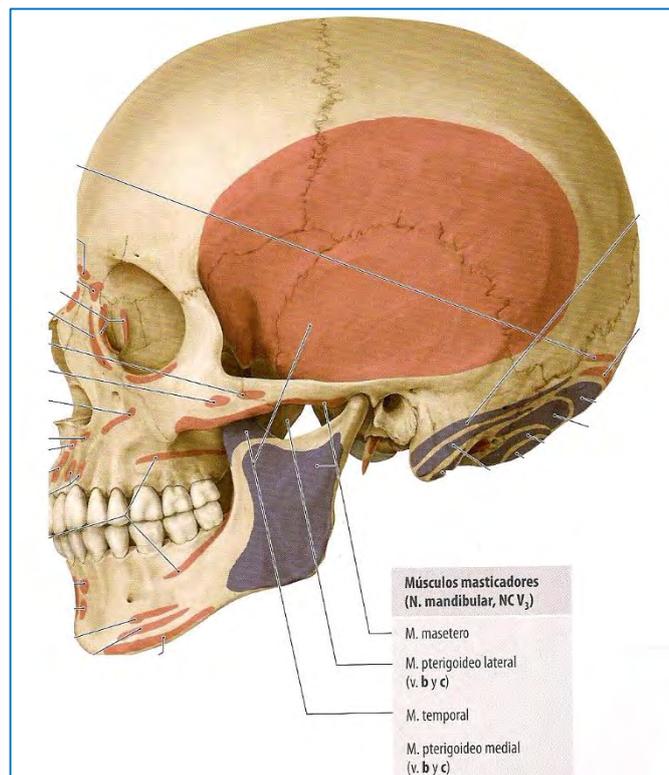


Fig. 6. Músculo Temporal, Masetero, Pterigoideo lateral y Pterigoideo medial, zona de origen e inserción. Tomado de Schünke, M. Prometheus: Texto y Atlas de Anatomía. Tomo III, 2ª Edición. Madrid; México: Editorial Médica Panamericana, 2010

### 3.5 Músculo digástrico.

Digástrico Músculo	Son 2 Vientres	Ventre posterior. Se unen en la línea media Ventre anterior.
	Origen	<b>Ventre posterior.</b> Se origina en la Incisura mastoidea del hueso temporal y se dirige hacia abajo y adelante
	Inserción	<b>Ventre anterior.</b> En la fosa digástrica en el borde inferior de la Mandíbula se dirige hacia atrás a partir Tendón intermedio que pasa por un ojal que hace el estilohioideo al fijar en el hueso hioideo <sup>2,5,8,9</sup> ( Fig. 7)

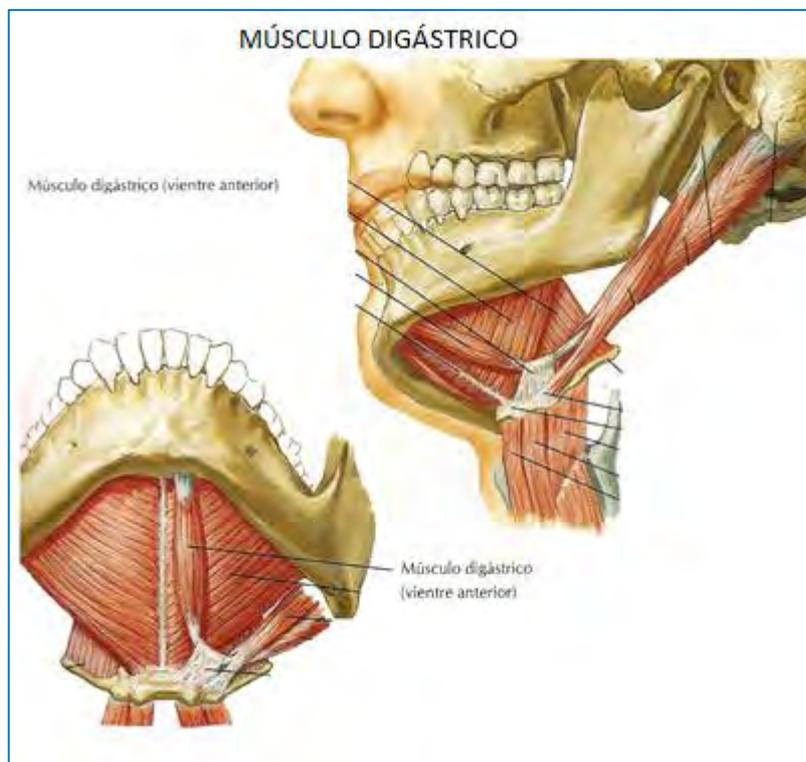


Fig. 7. Músculo Digástrico. Tomado de Netter F. Atlas de Anatomía Humana.3ª Ed. Barcelona: Masson, 2003

### 3.6 Músculo esternocleidomastoideo.

Músculo Esternocleido- cleidomastoideo	Consta de 2 porciones	Porción clavicular Porción esternal
	Origen	Se origina en su parte baja por dos porciones. Porción clavicular: es lateral y se fija en la extremidad esternal de la clavícula. Porción esternal: es medial y se fija en la cara anterior del manubrio del esternón. Las porciones se unen en un ángulo y forman la depresión llamada fosa supraclavicular menor.
	Inserción	Los fascículos se dirigen hacia arriba y se insertan en el proceso mastoideo del temporal y los tercios laterales de la línea nugal superior <sup>6,7,8,9</sup> ( Fig. 8).

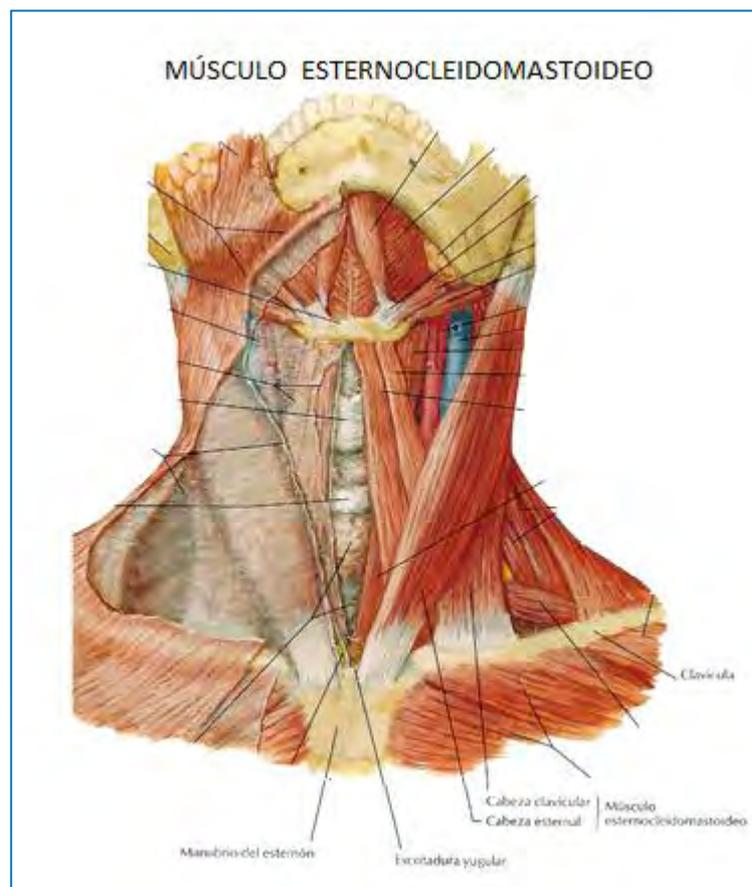


Fig. 8. ,Músculo esternocleidomastoideo Tomado de Netter F. Atlas de Anatomía Humana.3ª Ed. Barcelona: Masson, 2003.

### 3.7 Músculo orbicular de la boca u orbicular de los labios.

Músculo Orbicular De la boca porciones.	Lo forman	2 fascículos semicirculares
	Origen e Inserción	Los fascículos están en situados en el espesor de los labios y se adhieren a la piel. Formado por dos

**Porción marginal**  
es un borde periférico que irradia en los músculos adyacentes.

**Porción labial.**  
La parte principal del músculo, se sitúa en la parte roja de los labios.

El orbicular de la boca rodea el orificio bucal o aproxima la hendidura labial y los periorbitales.<sup>9</sup> Fig. 9

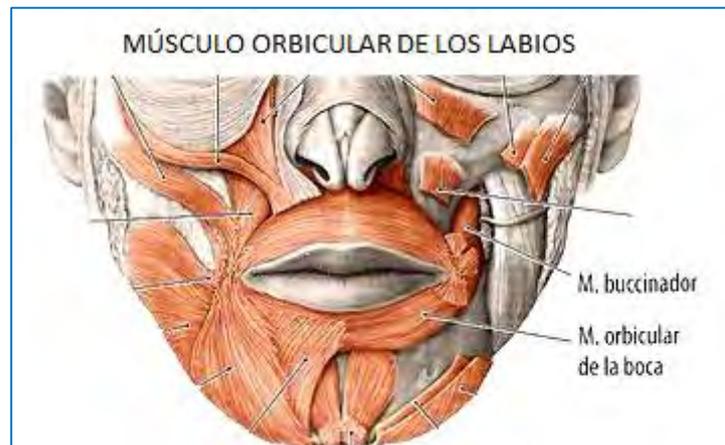


Fig. 9. Músculo orbicular de los labios, zona de origen e inserción. Tomado de Schünke, M. Prometheus: Texto y Atlas de Anatomía. Tomo III, 2ª Edición. Madrid; México: Editorial Médica Panamericana, 2010

### 3.8 Músculo buccinador

Músculo Buccinador	Origen	En el proceso alveolar de la maxila y la mandíbula y en el rafé pterigomandibular; sus fascículos se dirigen hacia adelante.

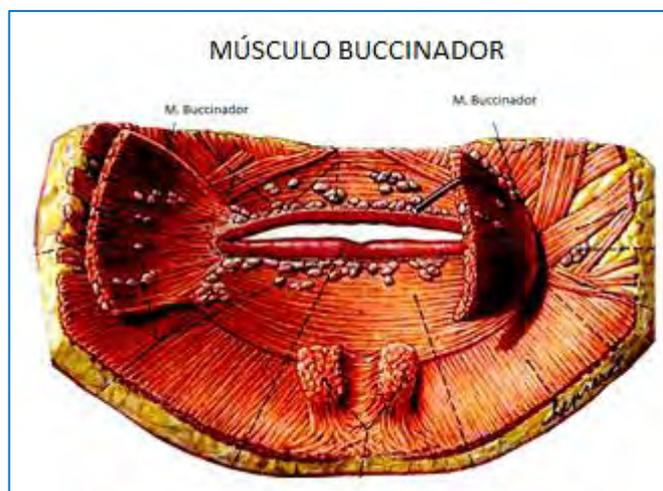


Fig. 10 Músculo Buccinador. Tomado de Sobotta J. Atlas de Anatomía Humana. Tomo I, 20ª edición. España: Editorial medica panamericana, 1994

#### 4. MOVIMIENTOS MUSCULARES:

Es necesario conocer tanto las relaciones anatómicas como las funcionales de los músculos del sistema masticatorio para entender cualquier desequilibrio que se presente en él. En los siguientes cuadros se presentan sus funciones o acciones así como sus agonistas y antagonistas.

4.1 Músculo temporal.	
Acción	Cierre y retrusión.
Músculos agonistas.	<b>Acción: Cierre.</b> Masetero y pterigoideo medial
Acciones y sus respectivos músculos agonistas	<b>Acción: Retrusión.</b> Digástrico y la porción superior del pterigoideo lateral funcionan en conjunto con las fibras posteriores del musculo temporal.
Músculos Antagonistas	<b>Acción: Cierre y apertura.</b> Ventre posterior del digástrico y las porciones superior e inferior del pterigoideo lateral.
Acciones y sus respectivos músculos antagonistas	<b>Acción: Retrusión.</b> Los músculos maseteros, digástrico, el pterigoideo medial y la porción superior del pterigoideo lateral. <sup>2</sup> (cuadro 2)

4.2 Músculo masetero.	
Acción	Cierre y retrusión de la mandíbula.
Músculos agonistas Acciones y sus respectivos músculos agonistas.	<p><b>Agonistas de la porción superficial del músculo masetero</b></p> <p><b>Acción:</b> <i>Cierre.</i></p> <p>Masetero contralateral y bilateralmente, temporal, pterigoideo medial y porción superior de los pterigoideos laterales.</p> <p><b>Agonistas de la porción profunda del masetero.</b></p> <p><b>Acción:</b> <i>Cierre.</i></p> <p>Fibras temporales anteriores del temporal y pterigoideo medial.</p> <p><b>Acción:</b> <i>Retrusión</i></p> <p>Porciones posteriores del temporal.</p>
Músculos Antagonistas Acciones y sus respectivos músculos antagonistas.	<p><b>Antagonistas de la porción superficial del músculo masetero</b></p> <p><b>Acción:</b> <i>Cierre.</i></p> <p>Porción inferior del músculo pterigoideo lateral.</p> <p><b>Agonistas de la porción profunda del músculo masetero.</b></p> <p><b>Acción:</b> <i>Cierre.</i></p> <p>Digástrico y la porción superior e inferior del pterigoideo lateral.</p> <p><b>Acción:</b> <i>Retrusión.</i></p> <p>Se incluye a los músculos infrahioideos y suprahioideos incluyendo al omohioideo, el vientre anterior del digástrico y la porción inferior del pterigoideo lateral. <sup>1</sup> (cuadro 3)</p>

4.3 Músculo pterigoideo lateral	
Acción	<p>Porción inferior: apertura.</p> <p>Porción superior: cierre.</p> <p>El pterigoideo lateral funciona como músculo de soporte para sostener el cóndilo al cierre de la boca.</p>
Músculos agonistas	<p><b>Acción:</b> <i>Apertura</i> recta vertical (Función bilateral).</p> <p>Digástrico, pterigoideo medial y el pterigoideo medial (función bilateral).</p>
Acciones y sus respectivos músculos agonistas	<p><b>Acción:</b> <i>Protrusiva lateral.</i></p> <p>Digástrico contralateral (porción anterior del músculo principalmente), pterigoideo medial (ipsilateral y contralateral), masetero (ipsilateral y contralateral) y temporal (ipsilateral y contralateral)</p>
Músculos Antagonistas	<p><b>Acción:</b> <i>Apertura</i> recta vertical (Función bilateral) y <i>protrusiva lateral.</i></p>
Acciones y sus respectivos músculos antagonistas	<p>Porciones superior e inferior del pterigoideo lateral</p> <p><b>Acción:</b> <i>Cierre:</i> Cuando la mandíbula regresa para tomar su <i>posición neutra</i> en la fosa glenoidea.</p> <p>Porción superior del pterigoideo lateral aumenta su actividad y se reduce la del vientre inferior. <sup>2,6</sup> (cuadro 4)</p>

4.4 Músculo pterigoideo medial	
Acción primaria	Elevación, protrusión, lateralidad,
Músculos agonistas	<b>Acción:</b> <i>Cierre.</i> Masetero bilateral y el temporal.
Acciones y sus respectivos músculos agonistas	<b>Acción:</b> <i>Protrusión.</i> Movimiento bilateral del pterigoideo medial. Cabezas superior e inferior del pterigoideo lateral. <b>Acción:</b> <i>Movimiento contralateral de la mandíbula.</i> Cabezas superior e inferior del pterigoideo lateral.
Músculos Antagonistas	<b>Acción:</b> <i>Cierre.</i> Digástrico, cabezas superiores e inferiores del pterigoideo lateral y el músculo cutáneo del cuello.
Acciones y sus respectivos músculos antagonistas.	<b>Acción:</b> <i>Protrusión.</i> Movimiento bilateral del pterigoideo medial. Temporal y digástrico. <b>Acción:</b> <i>Movimiento contralateral de la mandíbula.</i> Músculos contralaterales <sup>2</sup> (cuadro 5).

#### 4.5 Músculo digástrico.

<p>Acción</p>	<p>Cuando actúa bilateralmente se realiza la apertura de la mandíbula, durante este proceso el músculo levanta el hueso hioides.</p> <p>Es de importancia cuando los músculos agonistas y antagonistas entran en juego para estabilizar el hueso hioides y prestarle soporte a la función del digástrico.</p> <p>Cuando actúa unilateralmente, asiste en el movimiento de retrusión lateral hacia el lado contrario de la contracción del digástrico.</p>
<p>Músculos agonistas. Acciones y sus respectivos músculos agonistas</p>	<p><b>En general cuando el vientre anterior aumenta su actividad disminuye la del vientre posterior y viceversa</b></p> <p><b>Acción:</b> <i>Apertura mandibular.</i></p> <p>Porción superior e inferior del músculo pterigoideo lateral.</p> <p><b>Acción:</b> <i>Retrusión.</i></p> <p>Porción superior del músculo pterigoideo lateral</p> <p><b>Acción:</b> <i>Elevación del hueso hioides.</i></p> <p>Milohioideo, Geniohioideo y estilohioideo.</p>
<p>Músculos Antagonistas. Acciones y sus respectivos músculos antagonistas.</p>	<p><b>Acción:</b> <i>Apertura mandibular.</i></p> <p>Músculos: Pterigoideo medial, temporal y masetero.</p> <p><b>Acción:</b> <i>Retrusión.</i></p> <p>Músculos: Pterigoideo lateral, mayormente la porción superior, y el pterigoideo medial.</p> <p><b>Acción:</b> <i>Elevación del hueso hioides.</i></p> <p>Músculos: Omohioideo, esternohioideo y tirohioideo<sup>1</sup> (Cuadro 6).</p>

#### 4.6 Músculo esternocleidomastoideo

<b>Función</b>	<p>Porción clavicular. Acción: Gira y rota la cabeza hacia arriba.</p> <p>Porción esternal. Unilateralmente: Ayuda a girar la cabeza Bilateralmente: Flexiona la cabeza hacia adelante<sup>1</sup>.</p>
<b>Músculos Agonistas. Acciones y sus respectivos músculos agonistas.</b>	<p><b>Acción:</b> <i>Flexionar la cabeza hacia adelante</i> Recto anterior mayor.</p> <p><b>Acción:</b> <i>Girar la cabeza.</i> Esplenios</p>
<b>Músculos Antagonistas. Acciones y sus respectivos músculos antagonistas.</b>	<p><b>Acción:</b> <i>Flexionar la cabeza hacia adelante</i> Complejo mayor y complejo menor, y las fibras posteriores del ECM</p> <p><b>Acción:</b> <i>Girar la cabeza.</i> Esplenios del lado opuesto.<sup>1,5,7,8</sup> (Cuadro 7).</p>

#### 4.7 Músculo orbicular de los labios

<b>Función</b>	Aproxima la hendidura labial
----------------	------------------------------

#### 4.8 Músculo buccinador

<b>Función</b>	Jala el ángulo de la boca hacia un lado, la contracción bilateral extiende la hendidura bucal. Abomba las mejillas durante la masticación y protege a la mucosa del interior de las mejillas. Con la boca cerrada participa en la acción de soplar, silbar, ya que hace compresión en las mejillas contra los dientes <sup>9</sup> (cuadro 8).
----------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 5. FISIOLÓGÍA DEL TEJIDO MUSCULAR.

Los músculos esqueléticos están compuestos de fibras musculares individuales que son estimuladas por una neurona motora somática. Cada una de ellas se ramifica para inervar varias fibras musculares. La activación de números variables de neuronas motoras da por resultado graduaciones en la fuerza de contracción de todo el músculo<sup>10</sup> (Fig.11)

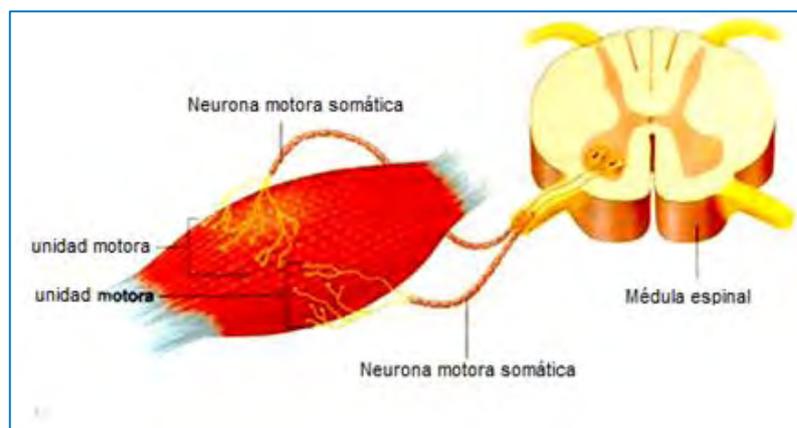


Fig. 11 Neuronas motoras. Tomado de Fox I. Fisiología Humana. 13ª Ed. México: Mc Graw Hill Interamericana editores, 2014.

### 5.1 Unidad motora (UM)

Cada fibra muscular recibe una terminal de axón única proveniente de una neurona motora<sup>11</sup>, esta neurona emite un impulso que estimula a la fibra muscular para que se contraiga. La neurona motora y el conjunto de todas las fibras musculares a las que estimula constituyen la unidad motora<sup>10, 11</sup>. Es importante saber que todas las fibras musculares de la misma unidad motora se contraen y se relajan al mismo tiempo<sup>11</sup>.

### 5.2 Unión neuromuscular

Las células excitables (neuronas y fibras musculares) establecen contacto y se comunican en regiones especializadas llamadas sinapsis. En la

mayoría de las sinapsis hay una pequeña separación, denominada hendidura sináptica, que se ubica entre las dos células excitables. La sinapsis que se forma entre una neurona motora y una fibra muscular esquelética se conoce como unión neuromuscular como se muestra en la Fig.12.

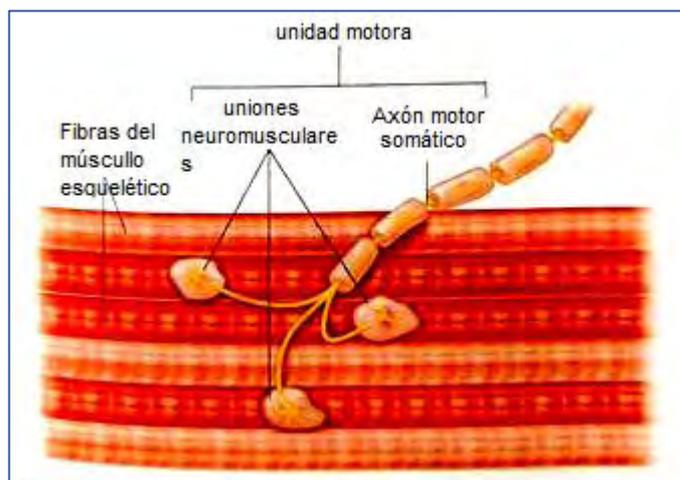


Fig. 12 Unidad motora. Tomado de Fox I. Fisiología Humana. 13ª Ed. México: Mc Graw Hill Interamericana editores, 2014.

La región de la membrana de la fibra muscular que es adyacente, a las terminales axonales (ramificaciones del axón de la neurona motora), tiene características especiales y recibe el nombre de placa motora terminal<sup>11</sup> (Fig. 13).

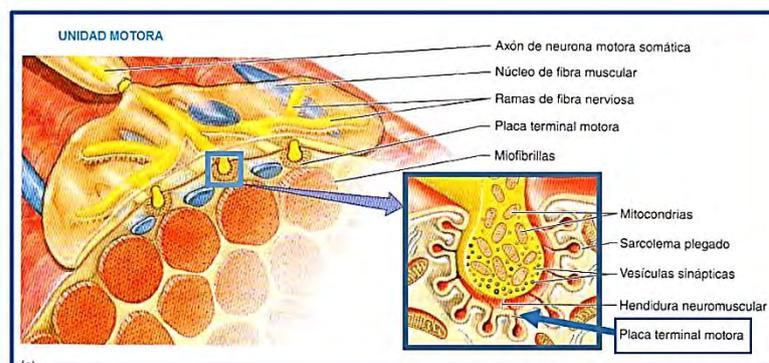


Fig. 13 Unidad motora y placa terminal motora. Tomado de Fox I. Fisiología Humana. 13ª Ed. México: Mc Graw Hill Interamericana editores, 2014.

Cuando un impulso nervioso alcanza el extremo de un axón, los canales de calcio regulados por un voltaje en su membrana abren, permitiendo que el  $\text{Ca}^{2+}$  (impulsados por su gradiente electroquímico) fluyan hacia dentro desde el fluido extracelular. La presencia de calcio dentro de la terminal del axón causa que las vesículas sinápticas se unan con la membrana axonal y liberen acetilcolina (ACh) dentro de la hendidura sináptica por exocitosis. La ACh se difunde a través de la hendidura y se une a los receptores en el sarcolema cuando la ACh se une, son similares a aquellos que tiene lugar en las membranas de las células nerviosas excitadas.

Después de que el ACh se une a los receptores. Aquella se descompone en ácido acético y colina, por efecto de la acetilcolinesterasa, una enzima localizada en la hendidura sináptica.

Esta destrucción de la ACh previene la contracción continua de la fibra muscular y en la ausencia de estimulación del sistema nervioso adicional.<sup>8</sup>

### 5.3 La actividad eléctrica de las fibras del músculo esquelético.

La estimulación del nervio motor hacia los músculos causa la despolarización y producción de un potencial de acción, el estudio de este potencial es llamado electromiografía<sup>12</sup>.

#### 5.3.1 Generación de un potencial de acción.

Como las membranas de todas las células, un sarcolema en reposo está polarizado. Un voltímetro mostraría que hay una diferencia de potencial (voltaje) a través de la membrana y que el interior es negativo en relación con el exterior. La unión de la ACh a sus receptores en el placa motora abre los canales de iones regulados por ligandos que están en los receptores de ACh y permite que, tanto el  $\text{Na}^+$ , como el  $\text{K}^+$  pasen. Como se difunde más

Na<sup>+</sup> que K<sup>+</sup> hacia afuera, ocurre un cambio transitorio de manera que el interior del sarcolema se vuelve un poco menos negativo, lo que es llamado despolarización.

Inicialmente la despolarización es un evento eléctrico local llamado potencial de placa motora, pero inicia el potencial de acción que se dispersa en todas direcciones desde la unión neuromuscular por el sarcolema, justo como las ondas se dispersan a partir de una piedra que se ha dejado caer en el agua. El potencial de acción es el resultado de una secuencia predecible de cambios eléctricos que, una vez iniciada, ocurre en todo lo largo del sarcolema<sup>8</sup> (Fig. 14).

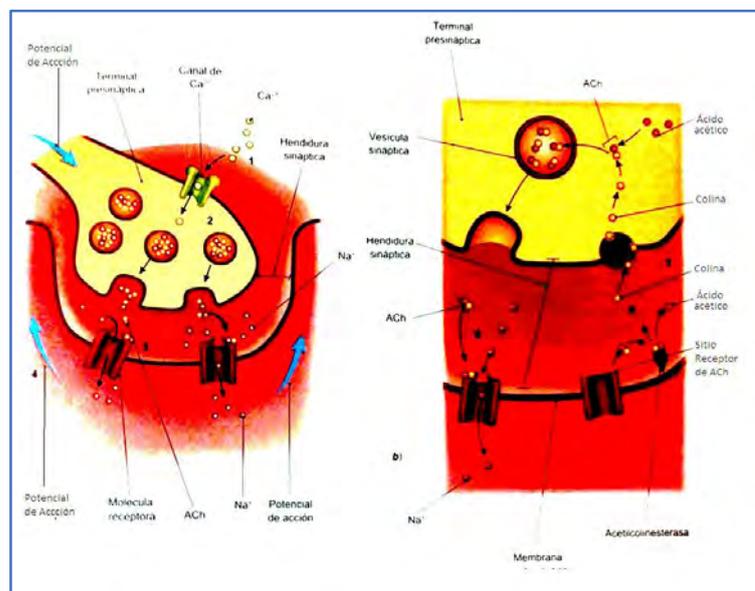


Fig. 14 Potencial eléctrico. Tomado de Herrera P. Anatomía Integral. México: Trillas, 2008

## 6. VALORACIÓN DE LA MUSCULATURA.

Como parte de la historia clínica y del examen clínico así como de los procedimientos que se realizan junto con la electromiografía se efectúa la palpación, con la que se lograrán datos más precisos y completos de la función del sistema.<sup>13</sup> La evaluación de los músculos del sistema estomatognático del paciente incluye observación, historia, palpación y procedimientos diagnósticos adicionales. Durante el procedimiento si se determina la existencia o ausencia de asimetrías de cabeza y/o cuello, suele indicar un crecimiento asimétrico que podría ser importante para determinar los patrones musculares<sup>2</sup>, además si encontramos en el momento de la palpación alguna molestia o dolor se puede deducir que el tejido está comprometido y puede ser por fatiga o traumatismo.<sup>6</sup>

### 6.1 Examen físico de los músculos.

Es significativo que durante la valoración del sistema masticatorio, se incluya la evaluación y el diagnóstico inicial de la musculatura, además asegurarse que los músculos a examinar estén dentro del alcance del protocolo odontológico, estos van más allá de lo que de forma tradicional se conocen como músculos de la masticación: temporal, masetero, digástrico, pterigoideo medial, y lateral, el proceso de examen planteado, considera a los músculos agonistas y antagonistas.

Existe una sincronía entre los músculos primarios, sus agonistas y antagonistas al producir un movimiento predecible, suave y controlado de los huesos. La interrupción repetida del proceso normal introduce la probabilidad de movimientos disfuncionales. Después de un tiempo suficiente, estos patrones o sus resultados pueden alcanzar a ser observables desde el punto de vista clínico.

La estimulación de una parte del cuerpo afecta cada porción de él en cierta forma porque el ser humano es una cadena cinemática cerrada, por ello se debe advertir la conexión de las relaciones de los músculos agonistas con los antagonistas antes de alcanzar un diagnóstico. Ya que durante la masticación participan varios de ellos, algunos más deberían ser parte del examen clínico ampliado, como los infrahioideos y suprahioideos, junto con los músculos posteriores del cuello, que brindan soporte directo durante la masticación y en otros movimientos funcionales de la mandíbula.

Observar la función de los músculos da la posibilidad de ver que son multifacéticos en sus funciones (acciones) y también que no solamente están designados para una sola actividad. Cuando se conocen sus funciones, se concluye que la oclusión es el resultado de la gran complejidad de inhibición y contracción de la musculatura, al mantener la dentición maxilar y mandibular en contacto<sup>2</sup>.

#### 6.1.1 Protocolo de palpación

Antes de comenzar la palpación es importante hablar con el paciente, explicarle que no es necesario lastimarlo durante el proceso de diagnóstico. Es bueno mostrarle en una mano o en un brazo la fuerza que se usará para palpar los músculos, se le puede mostrar esto con el dedo índice<sup>2</sup>.

El procedimiento se realiza con la superficie palmar del dedo medio, y utilizando el índice y el anular, para explorar las áreas contiguas. Se aplica una presión suave pero mantenida sobre los músculos en cuestión, de manera que los dedos apliquen presión en los tejidos adyacentes en un leve movimiento circular. En general es mejor una única presión firme de 1 o 2 segundos de duración que varias presiones leves. Durante la palpación se pregunta al paciente si duele o molesta. Si existe molestia debe registrarse el grado, además de identificar los músculos afectados.

### 6.1.2 Protocolo del músculo temporal

Se divide en tres porciones, anterior medio y posterior, lo cual es importante saber en el momento de realizar el examen ya que se palpan de manera independiente<sup>6</sup>.

Para iniciar la palpación se coloca la mano sobre la oreja. El borde lateral de la mano está sobre el meato auditivo externo, los dedos se despliegan hacia arriba alrededor de una pulgada y media de separación, hacia el borde de la órbita, esto generalmente contornea el músculo temporal<sup>2</sup>. Para palpar las tres áreas del temporal se realiza lo siguiente:

- La región anterior se palpa por encima del arco cigomático y por delante de ATM.
- La región media se palpa por encima de la ATM y del arco cigomático.
- La región posterior se palpa por encima y detrás de la oreja.

Un dato importante para ubicar de manera adecuada los dedos, es pedirle al paciente que apriete los dientes, entonces el músculo se contraerá y las fibras se notarán. Es útil sentarse detrás del paciente y utilizar ambas manos para palpar a la vez las respectivas zonas musculares.

Al valorar el músculo temporal es importante también examinar su tendón. Las fibras del músculo se dirigen hacia abajo y convergen en un tendón bien definido que se inserta en la apófisis coronoides de la mandíbula. Se inicia situando el dedo de una mano dentro de la boca sobre el borde anterior de la rama mandíbula y el dedo de la otra por fuera de la boca en la misma zona. El dedo dentro de la boca se desplaza hacia arriba siguiendo el borde anterior de la rama, hasta que se palpa la apófisis coronoides y el tendón<sup>6</sup>; se indica al paciente que refiera cualquier posible molestia o dolor<sup>2,6</sup> (Fig. 15 y 16).



Fig. 15. Protocolo de palpación del músculo temporal. Tomado de Okeson J. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. España: Elsevier, 2008.



Fig. 16. Palpación del tendón del músculo temporal. Tomado de Okeson J. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. España: Elsevier, 2008.

### 6.1.3 Protocolo del músculo masetero.

Este músculo se palpa bilateralmente en sus inserciones superior e inferior. Para comenzar se colocan los dedos sobre el arco cigomático (justo por delante de la ATM). A continuación se baja poco a poco hacia la porción del masetero se continua y se baja de una manera lenta hacia la porción del masetero insertada en el arco cigomático, justo por delante de la articulación, después de la palpación de la zona (el masetero profundo) se desplazan los dedos hacia la inserción inferior en el borde inferior de la rama mandibular. El área de palpación se encuentra directamente sobre la inserción del cuerpo del masetero (el masetero superficial)<sup>6</sup> (Fig.17).

Intraoralmente, la palpación también se puede llevar a cabo al mantener al paciente en apertura amplia. Colocando el dedo índice sobre el proceso coronoides, una vez en esta posición presione medialmente<sup>2</sup>.



Fig. 17. Palpación del músculo masetero porción profunda y porción superficial. Tomado de Okeson J. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. España: Elsevier, 2008.

#### 6.1.4 Protocolo para los Músculos pterigoideos.

En la revisión de la literatura se encontraron dos protocolos posibles para la palpación de estos músculos, el protocolo según Becker y el otro según Okeson que se mencionan a continuación:

Protocolo según Becker:

- Músculo Pterigoideo Lateral.

Becker menciona que concuerda con otros autores según su experiencia que estos músculos no pueden ser palpados directamente, en el mejor de los casos se palpa el espacio dentro del cual estos músculos funcionan y más probablemente se palpa el proceso coronoides en la inserción del músculo temporal y el músculo pterigoideo medial. Si el vientre inferior del músculo pterigoideo lateral se encuentra en un espasmo entonces se manifestaría una respuesta en el paciente al pedirle que haga protrusión en contra de una presión ejercida contra la mandíbula. Esto se lleva a cabo al colocar el pulgar en la sínfisis de la mandíbula para resistir el movimiento de protusiva.

- Músculo Pterigoideo Medial.

Becker indica que el músculo pterigoideo medial puede palparse de dos formas. La forma extraoral se lleva a cabo al colocar los dedos a lo largo de la superficie medial de la mandíbula en su ángulo<sup>6</sup>. Intraoralmente se puede localizar posterior a los molares inferiores por detrás del proceso coronoides hacia arriba hacia el revestimiento del pterigoideo medial. La inserción del músculo está a lo largo de la superficie medial de la mandíbula por encima del ángulo y del revestimiento del pterigoideo medial del hueso esfenoides<sup>2</sup>.

Protocolo según Okeson.

Manipulación funcional.

Okeson expone que existen algunos músculos básicos para el movimiento mandibular pero que palparlos resulta de gran dificultad. El procedimiento que sugiere se utiliza para valorar un músculo cuando este realiza un movimiento, el cual se explica a continuación:

- Manipulación funcional de la porción inferior del músculo pterigoideo lateral.

En contracción: Cuando el pterigoideo lateral inferior se contrae la mandíbula protruye y/o se abre la boca. Se pide al paciente realizar el movimiento de protrusión en contra de una resistencia creada por el operador.

En distensión: Se distiende cuando los dientes se encuentran en máxima intercuspidad. Esto se compara contra la respuesta del paciente al colocarle en los dientes posteriores un separador.

- Manipulación funcional de la porción superior del músculo pterigoideo lateral.

En contracción: Se contrae junto con los músculos elevadores (temporal, masetero y porción interna del pterigoideo), sobre todo morder con fuerza. Si el paciente muerde con un separador y existe dolor, este aumenta.

En distensión: Se distiende cuando los dientes se encuentran en máxima intercuspidad. Por lo que su distensión y contracción se producen durante la misma actividad, si el origen del dolor es este músculo, dolerá en el apretamiento. Para diferenciar el dolor de este con el de los elevadores, se puede pedir al paciente abra en apertura máxima y si no existe dolor el origen es esta porción del pterigoideo lateral (Fig. 18).



Fig. 18. Manipulación funcional del músculo Pterigoideo Lateral. Tomado de Okeson J. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. España: Elsevier, 2008.

- Manipulación funcional del músculo pterigoideo medial.

En contracción: Es un músculo elevador, por lo que se contrae cuando se juntan los dientes, si este músculo es el origen del malestar se presentará dolor y aumentará.

En distensión: Asimismo el pterigoideo lateral se distiende cuando el paciente abre mucho la boca. Por lo que si este músculo es el origen de la molestia al abrir mucho la boca existirá dolor y este se incrementará<sup>6</sup>.

#### 6.1.5 Protocolo del músculo digástrico

Becker hace mención que el músculo digástrico es con frecuencia pasado por alto al momento de realizar la evaluación de la musculatura de la masticación.

Durante la palpación el vientre posterior del digástrico se localiza a lo largo del borde más inferior del proceso mastoideo al borde superior del cuerpo del hioides; el vientre anterior es relativamente accesible desde el aspecto inferior de la mandíbula, el músculo se estrecha en la medida que se aproxima al hioides y se dirige de alguna manera lateralmente<sup>2</sup>.

#### 6.1.6 Protocolo para el músculo esternocleidomastoideo.

Este músculo no está implicado directamente con la actividad de los músculos masticadores, sin embargo si está relacionado con ellos por lo que es importante su valoración.

La palpación se hace de modo bilateral, cerca de la incursión en la superficie externa de la fosa mastoidea, por detrás de la oreja. Se palpa toda la longitud del músculo, se descenderá hasta su origen localizado cerca de la clavícula<sup>6</sup> (Fig. 19).



Fig. 19. Palpación del Músculo Esternocleidomastoideo. Okeson J. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. España: Elsevier, 2008.

## 6.2 Posibles Conexiones Oclusales

Encontrar alteraciones musculares durante la palpación puede indicar un origen o relación con la oclusión, en cada músculo indica diferentes vínculos.

Masetero.

Puede mostrar interferencia en excursivas debido a contactos retrusivos iatrogénicos, o fuerzas retrusivas en excursiones laterales. La porción superficial puede ser afectada por interferencias en excursiva, en especial inmediatamente al salir de la máxima intercuspidad de los dientes.

Temporal.

La porción anterior del músculo posiblemente es afectado por las interferencias excursivas en el área de los bicúspides. La porción posterior está más influenciada por la introducción de inclinaciones retrusivas y/o fuerzas retrusivas.

Pterigoideo lateral.

Está implicado en casi todos los movimientos de la mandíbula, porque es candidato a manifestar respuestas anormales: (ejemplo) variadas circunstancias. El pterigoideo lateral no trabaja solo, siempre habrá otros músculos implicados, en cualquier intento del sistema de conseguir un balance.

Pterigoideo medial.

El desequilibrio oclusal que afecta a este músculo puede corresponder a patrones de bruxismo que implican interferencias de balance y de trabajo.

El músculo dañado es el que se ubica en el mismo lado donde se encuentra la interferencia.

Digástrico.

Responde usualmente cuando hay una pendiente retrusiva, usualmente en los dientes anteriores, cuando el digástrico tiene fatiga muscular, en un intento de retraer la mandíbula del contacto, también el digástrico se activa cada vez que la mandíbula se desvía para evitar una interferencia<sup>2</sup>, es decir la desviación que es guiada por los dientes anteriores, (movimiento de lateralidad)<sup>6</sup>.

## 7. CLASIFICACIÓN DE LAS MALOCLUSIONES

Angle, basado en estudios de cráneos e individuos vivos, estableció los principios de la oclusión, los cuales fueron adoptados, inicialmente por protesistas. Observó que el primer molar superior se encuentra bajo el contrafuerte lateral del arco cigomático<sup>14</sup>, y supuso que la posición que este molar ocupaba era estable en el esqueleto craneofacial y que las desarmonías eran consecuencia de cambios anteroposteriores de la arcada inferior en relación a él<sup>15</sup>.

En 1899 publicó un artículo donde propuso clasificar las maloclusiones el cual un esquema bastante simple y universalmente aprobado<sup>15</sup>. Este autor introdujo el término "Clase" para denominar distintas relaciones mesiodistales de los dientes, las arcadas dentarias y los maxilares; que dependían de la posición sagital de los primeros molares permanentes, a los que consideró como puntos fijos de referencia en la arquitectura craneofacial<sup>14</sup>.

Las maloclusiones se dividieron en tres grupos:

- Clase I
- Clase II
- Clase III <sup>14,15</sup>

Antes de ahondar en la descripción de las maloclusiones es importante mencionar cual es la relación adecuada también llamada oclusión normal: Se consideran como relaciones molares normales con los dientes en la línea de oclusión<sup>16</sup>, es decir la relación anteroposterior normal entre los arcos superior e inferior, evidenciada por la "llave molar". Angle denominó la llave molar a la oclusión correcta entre los molares permanentes superior e inferior, en la cual la cúspide mesiovestibular del primer molar superior ocluye en el surco mesiovestibular del primer molar inferior. Es término es

la relación que está presente en la oclusión normal así como en la maloclusión clase I<sup>15</sup>.

#### Maloclusión Clase I.

Esta tiene las relaciones mesiodistales de los molares normales, además de giroversiones, apiñamientos, etc., (Fig. 20).

Dicha relación de los maxilares y arcos dentales, indican la oclusión normal de los primeros molares<sup>14,15,16</sup> esto quiere decir que la cúspide mesiovestibular del primer molar superior ocluye en relación con el surco vestibular del primer molar inferior. En promedio los arcos dentales están ligeramente estrechos, lo que corresponde con el apiñamiento de la zona anterior, la maloclusión es concerniente a variaciones de la línea de oclusión en la zona de incisivos y caninos. En muchos casos de maloclusión, los arcos dentarios están más o menos contraídos y como resultado encontramos dientes apiñados y fuera de arco. Los sistemas óseos y neuromusculares están balanceados.<sup>14, 15</sup>.

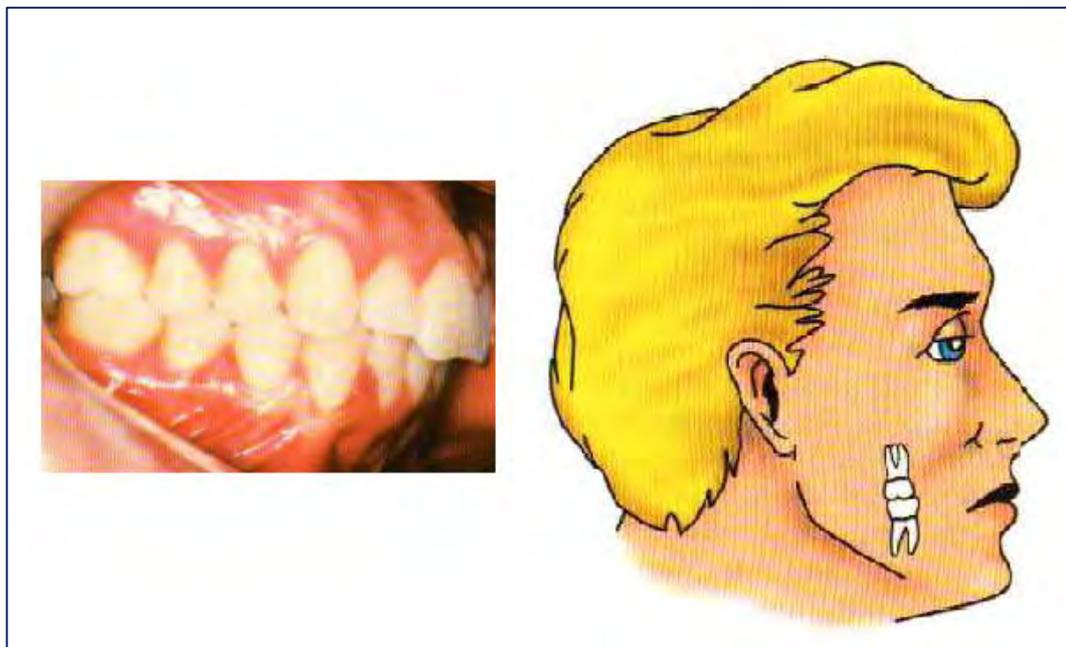


Fig. 20 Maloclusión clase I y relación molar .Tomado de Vellini F. Ortodoncia. Diagnóstico y planificación clínica. Brasil: Artes Médicas. 2002

## Maloclusión Clase II.

Los molares inferiores se encuentran distales a los superiores, en relación de otros dientes con la línea<sup>15</sup> (Fig. 21). Cuando los primeros molares inferiores ocluyen distalmente con los primeros molares superiores y así sucesivamente los demás dientes ocluirán anormalmente y estarán forzados a una posición de oclusión distal, causando más o menos retrusión o falta de desarrollo de la mandíbula. La Clase II o distoclusión puede ser resultado una mandíbula retrógnata, de un maxilar prognata o una combinación de ambas.

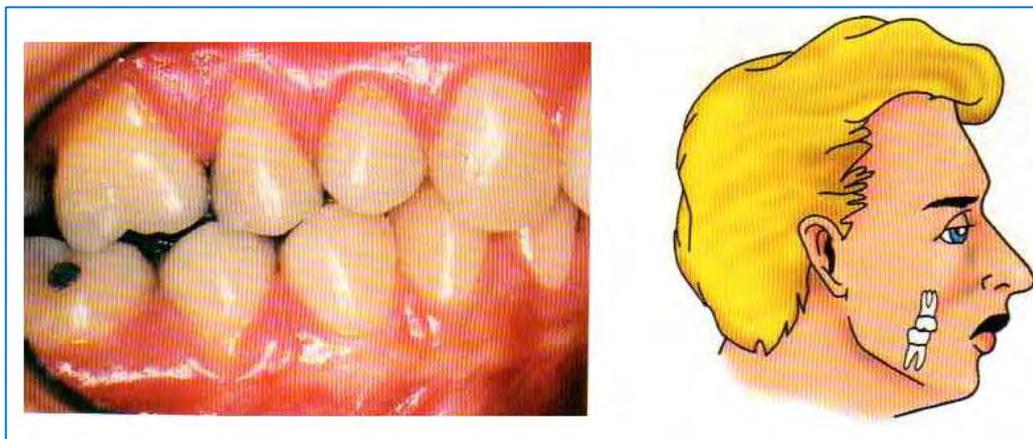


Fig.21. Maloclusión clase II y relación molar .Tomado de Vellini F. Ortodoncia. Diagnóstico y planificación clínica. Brasil: Artes Médicas. 2002

Existen 2 subdivisiones de la clase II:

División 1. Está caracterizada por la oclusión distal de los dientes en el arco dental inferior con respecto a los superiores. Aumento del resalte y la proinclinación de los incisivos superiores, el tipo de mordida tiende abierta, el perfil retrognático y el resalte excesivo, exigen que los músculos faciales y la lengua se adapten a patrones anormales de contracción.

Usualmente se presenta un músculo mentoniano hiperactivo, que se contrae intensivamente para elevar el orbicular de los labios y efectuar el sellado labial, con un labio superior hipotónico y el inferior hipertónico. La postura habitual en los casos más severos es con los incisivos superiores

descansando sobre el labio inferior. No sólo los dientes se encuentran en oclusión distal sino la mandíbula también en relación a la maxila; la mandíbula puede ser más pequeña de lo normal (Fig. 22).

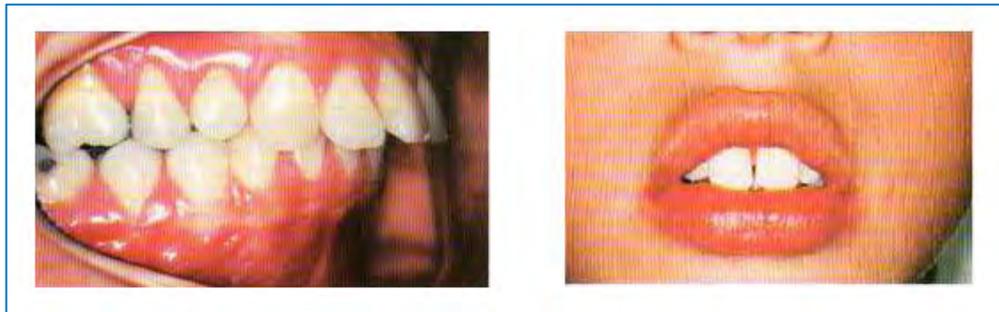


Fig. 22. Maloclusión clase II división 1, relación molar Clase II (distoclusión) y proinclinación de los incisivos superiores. Tomado de Vellini F. Ortodoncia. Diagnóstico y planificación clínica. Brasil: Artes Médicas. 2002

División 2: En la Clase II división 2 esta vez el resalte esta reducido y las coronas de los incisivos superiores se encuentran en retroinclinación. Se caracteriza por la existencia de profundidad anormal de la mordida, labioversión de los incisivos laterales superiores; el perfil facial no es tan retrognático como en la Clase II división 1<sup>14, 15,17</sup>.

La gran diferencia entre estas dos divisiones se manifiesta en las posiciones de los incisivos, en la primera se encuentran en proinclinación protruidos y en la segunda están en retroinclinación (Fig. 23).



Fig. 23 Maloclusión clase II división 2, relación molar Clase II (distoclusión) y retroinclinación de los incisivos superiores. Tomado de [http://www.ortodonciafutura.com/encuentre\\_su\\_caso/caso-14](http://www.ortodonciafutura.com/encuentre_su_caso/caso-14)

### Maloclusión Clase III:

Molares inferiores mesiales a los superiores, relaciones de otros dientes con la línea de oclusión sin especificar <sup>15</sup>. Cuando los primeros molares inferiores ocluyen en una correspondencia mesial con relación a los primeros molares superiores.

Puede existir apiñamiento de moderado a severo en ambas arcadas, especialmente en el arco superior. Existe inclinación lingual de los incisivos inferiores y caninos, la cual se hace más pronunciada entre más severo es el caso, debido a la presión del labio inferior en su intento por cerrar la boca y disimular la maloclusión. El sistema neuromuscular es anormal encontrando una protrusión ósea mandibular, retrusión maxilar o ambas <sup>14, 15, 16</sup> (fig. 24).

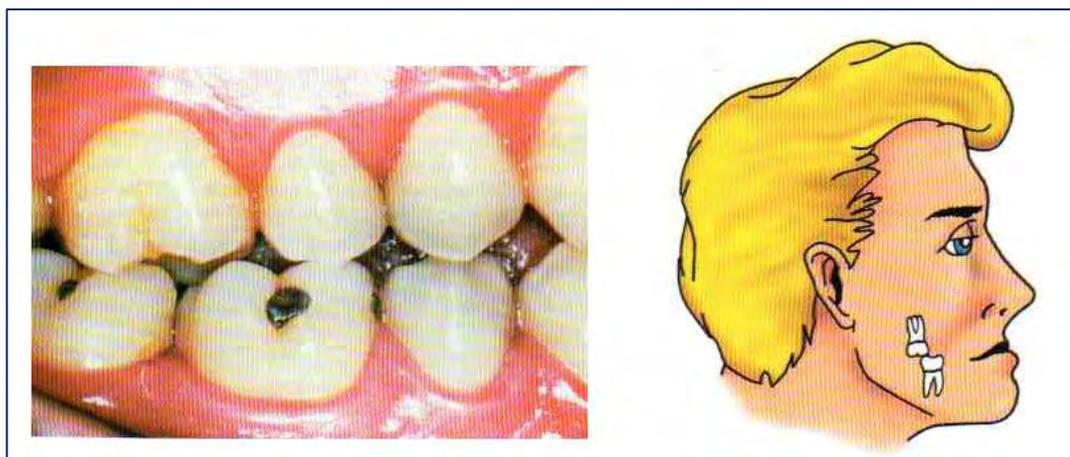


Fig. 24. Maloclusión clase III y relación molar .Tomado de Vellini F. Ortodoncia.

Diagnóstico y planificación clínica. Brasil: Artes Médicas. 2002

## 7.1 Etiología de la maloclusiones.

No se pretende ahondar en el tema de cómo se originan las maloclusiones sin embargo tampoco se puede pasar desapercibido por la relación que guarda con el tema motivo de esta revisión, por eso sólo se abordará sin mayores especificaciones.

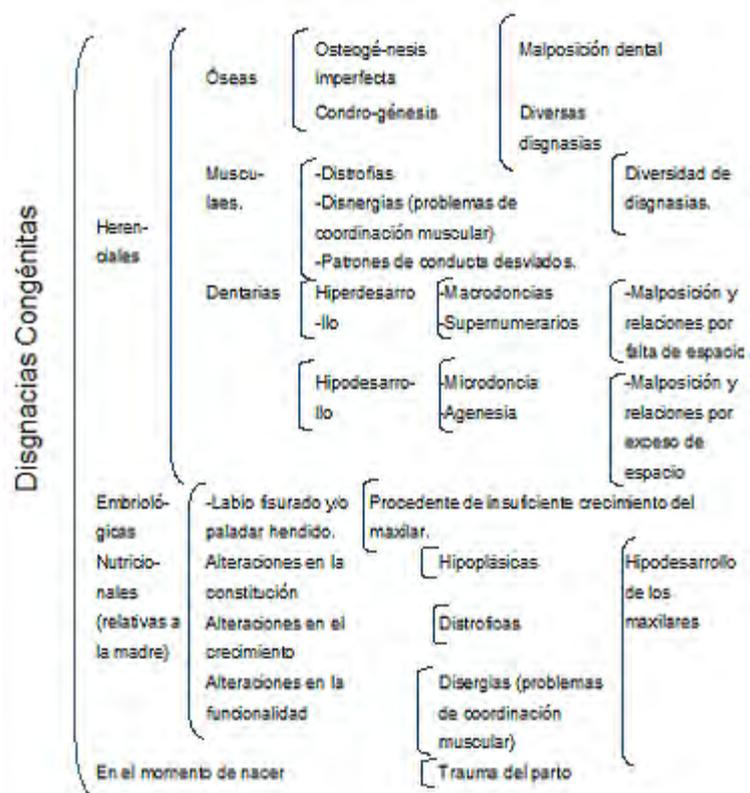
Almandoz, hace referencia al trabajo realizado por el autor Ramón Torres en 1966 sobre maloclusiones. Su trabajo lo realizó al tomar en cuenta que el origen de las maloclusiones era primordial para la resolución de los problemas que en la práctica se presentaban, realizó un ensayo de su clasificación desde el punto de vista etiológico, ya que existen maloclusiones de las cuales se desconocen sus verdaderas causas. En su trabajo agrupó las maloclusiones similares en cuanto a su forma se refiere, sin embargo su etiología es muy diferente. Las disgnacias se separan en dos grupos que luego se subdividen en Congénitas y Adquiridas:

Las congénitas son de origen: (Cuadro 9)

- Hereditario
- Embriológico
- Nutricionales (relativas a la madre)
- En el momento de nacer

Las adquiridas son de origen:

- Funcional (cuadro 10)
- Hormonal (cuadro 11)
- Metabólico (cuadro 12)<sup>14</sup>

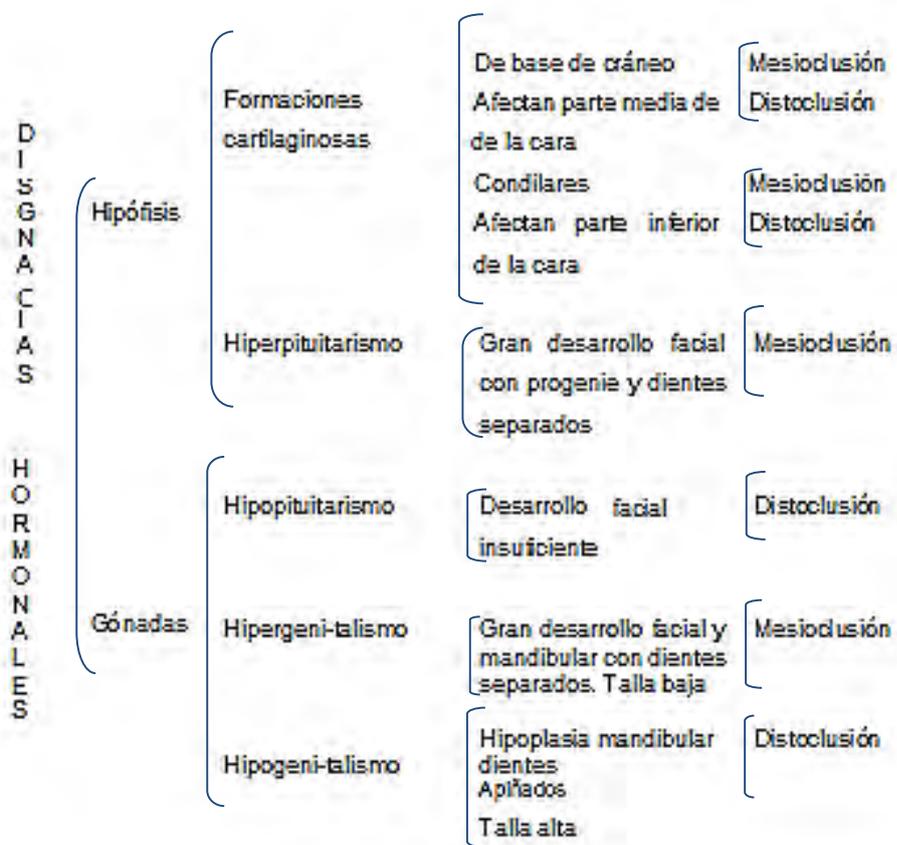


Cuadro 9. Disgnacias Congénitas Tomado de Almandoz A. Clasificación de las Maloclusiones. Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2011

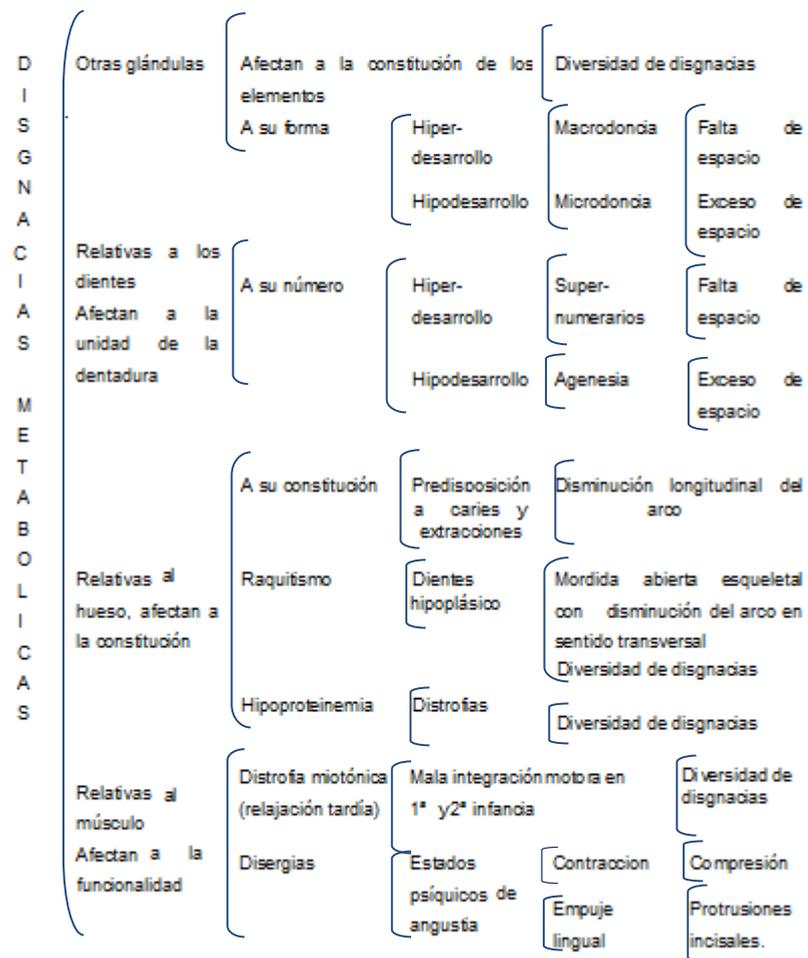
## Disgnacias funcionales

Respiratorias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obstrucción baja (glosoptosis)</li> <li>Obstrucción alta (nasal)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesiodclusiones por gran desarrollo mandibular</li> <li>Distoclusión</li> <li>Distoclusión con compresión, paladar ojival y protrusión incisal superior</li> </ul>
Deglutivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relativas a la lengua</li> <li>Relativas a los carrillos</li> <li>Relativas a los labios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protrusiones incisales</li> <li>Mordidas abiertas</li> <li>Distoclusión por compresión Maxilar</li> <li>Mordida profunda con Distoclusión</li> </ul>
Masticatorias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo temporal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distoclusión</li> <li>Sobremordida</li> <li>Apinamiento incisal</li> </ul>
Fonativas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seseo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protrusión incisal</li> <li>Diastema</li> </ul>
Mímicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relativas a la lengua</li> <li>Relativas a los labios y carrillos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protrusión incisal</li> <li>Mordida abierta</li> <li>Compresión</li> </ul>
Hábitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Succión</li> <li>O interposición lingual</li> <li>Succión o interposición de labios y carrillos</li> <li>Succión de dedos u objetos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compresiones, protrusiones y mordidas abiertas</li> </ul>

Cuadro 10 Disgnacias Funcionales. Tomado de Almandoz A. Clasificación de las Maloclusiones. Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2011



CUADRO 11. Disgnacias hormonales. Tomado de Almandoz A. Clasificación de las Maloclusiones. Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2011



CUADRO 12. Disgnacias metabólicas. Tomado de Almandoz A. Clasificación de las maloclusiones. Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2011

## 8. ELECTROMIOGRAFÍA

Para evaluar la actividad de los músculos orofaciales, el instrumento utilizado con más frecuencia es el electromiógrafo<sup>18</sup>, lo que convierte a la electromiografía (EMG) en el método más conocido<sup>16</sup>. Aunque es posible medir otros parámetros de actividad muscular, la actividad eléctrica es el más fácil de registrar<sup>18</sup>. Este estudio registra o mide los potenciales eléctricos de las fibras musculares por lo que se considera una evaluación muscular de tipo cuantitativo<sup>19</sup>.

La EMG también se conoce como test electrofisiológico<sup>20</sup>, es un conjunto de técnicas que permiten obtener la actividad eléctrica muscular producida espontáneamente o durante la contracción voluntaria como resultado de las variaciones de voltaje que se producen en las fibras musculares, la contracción y procedimientos electrofisiológicos<sup>17</sup>, el registro de la actividad eléctrica muscular se lleva a cabo mediante un sensor<sup>17, 20</sup> conocido como electrodo<sup>18</sup>.

Existen dos técnicas de electromiografía utilizadas habitualmente: de agujas y de superficie, cada una de las cuales tienen características bien definidas.

- 1) El estudio utiliza electrodos de agujas que se insertan en los músculos a explorar, y aporta información del funcionamiento integral de todo el sistema motor, motoneurona, unión neuromuscular y músculo, proporcionando registros de gran calidad y especificidad que permite el estudio de las características de los potenciales de unidad motora (PUM).

Sin embargo esta técnica tiene la desventaja de ser dolorosa e invasiva pues crea interferencia en las funciones al ser colocado dentro de los músculos<sup>17, 21</sup>.

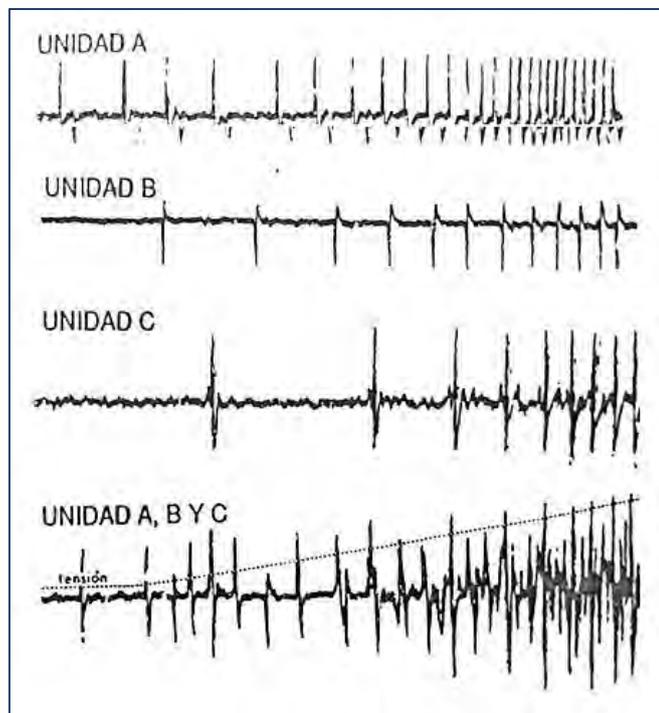
2) La electromiografía de superficie (EMGs), puede ser definida como el registro de los potenciales de acción de las fibras musculares. Cuando se realiza, se registra la fuerza muscular con lo que permite evaluar la energía que se produce en las fibras. Para este método se utilizan electrodos de superficie autoadhesivos, estos se colocan sobre la piel que recubre a los músculos y exploran un área mayor del tejido<sup>17, 18</sup>, sirven para valorar los cambios de la actividad eléctrica global durante el reposo y la contracción muscular máxima.

El uso de esta técnica no crea incomodidad o estresa al paciente ya que no es invasiva, por esta misma razón no interfiere con la función normal. No ofrecen riesgos de complicaciones y pueden ser utilizados con fines determinados, sobre todo del patrón de contracción y cuando se emplean en niños con patologías tales como las disfunciones del aparato de la masticación, es rápida y de bajo costo<sup>17</sup>. Este auxiliar de diagnóstico presenta una sensibilidad entre 70-82% y una especificidad del 90-98%<sup>21</sup>.

Ambos tipos de técnicas registran los potenciales de acción de la membrana de varias a muchas fibras en una unidad motora aislada que llega al electrodo en tiempos diferentes, dando una única rúbrica a esa unidad mientras el electrodo no sea movido. Esto permite al investigador estudiar la conducta de unidades individuales (electrodos de aguja) y la actividad de grupo de fibras o varias unidades (electrodo de superficie).

La manera en que la fuerza es aumentada por un incremento en la frecuencia de unidades de descarga (suma temporal) y por el agregado de otras unidades (suma cuantal) la figura 25 ilustra lo anterior. A medida que más y más unidades son agregadas y unidades descargan a mayores frecuencias, los potenciales de acción de varias unidades se funden y producen el electromiograma típico.

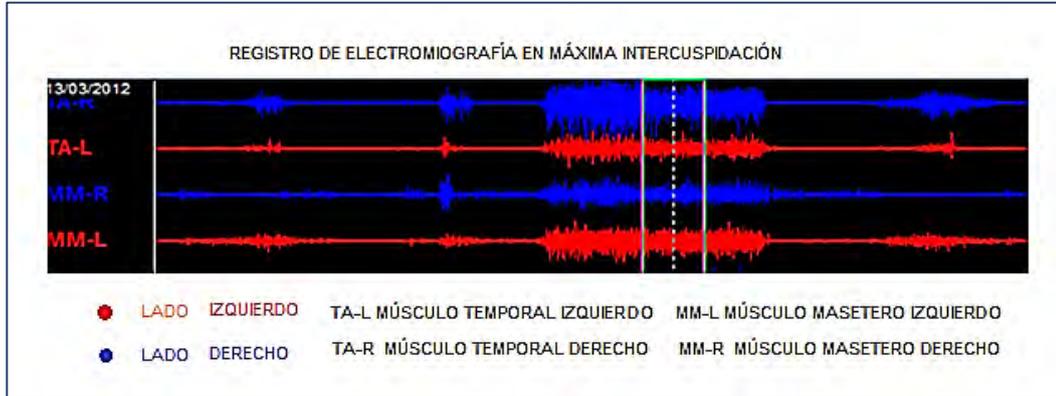
A niveles de fuerza elevada, la interacción de potenciales de acción negativa y positivamente en marcha (el patrón de interferencia) lleva a una nivelación del electromiograma de modo que la relación lineal entre la fuerza generada y la amplitud EMG en contracción isométrica ya no se sostiene. Los resultados de la electromiografía pueden ser cuantificados calculando la altura de los potenciales de acción o la frecuencia de los potenciales de acción previamente medidos. A niveles elevados de actividad cuando las espigas del potencial de acción están superpuestas, los recuentos de frecuencia se hacen inexactos.<sup>18</sup>



La fig. 25. Es una representación esquemática el mecanismo por el que la tensión (línea punteada) es aumentada en el músculo estriado. Los tres trazados superiores (unidades A, B y C) representan los potenciales de acción que han sido registrados de forma separada de las tres unidades motoras de diferentes umbrales con un electrodo de aguja en el músculo. A tensión mínima la unidad "A" dispara (en el extremo izquierdo del trazado). A medida que aumenta la activación para producir un incremento en la tensión, la unidad "A" dispara a mayor frecuencia (suma temporal) y la unidad "B" y más tarde la unidad "C", comienzan a disparar (suma cuantal). Las unidades "B" y "C" también demuestran suma temporal. El último trazado ilustra como las tres unidades aparecerían como se ven de forma habitual en un electromiograma registrado de la piel que cubre esas unidades motoras. Tomado de Moyers R. Manual de Ortodoncia.4ª Ed. Buenos Aires; México: Editorial Médica Panamericana, 1992

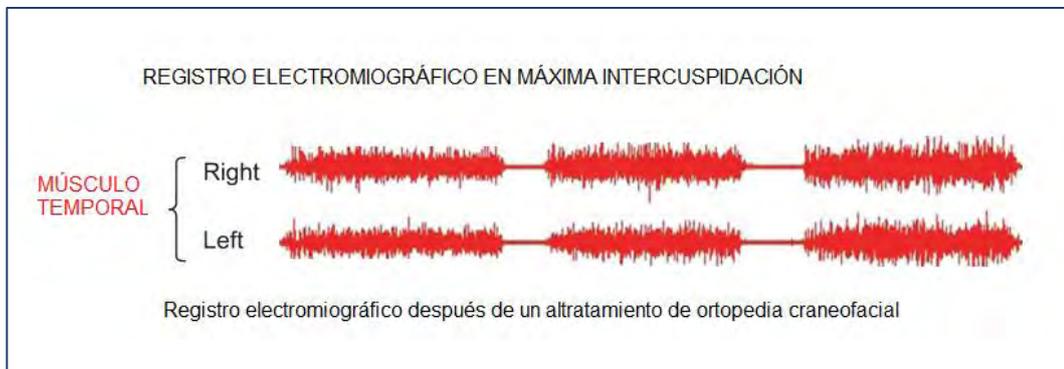
Ejemplos de actividad electromiográfica.

### Actividad electromiográfica anormal



En la figura 26 se presenta un registro de electromiografía de superficie dinámica, se muestra una importante asimetría de los temporales superficiales derecho (TA-R) e izquierdo (TA-L) y baja actividad de los maseteros, tanto en el derecho (MM-R) como en el izquierdo (MM-L) durante Máxima Intercuspitación. Tomado de [lidiayaviches.wordpress.com](http://lidiayaviches.wordpress.com)

### Actividad electromiográfica normal



En la figura 27 se presenta un registro de electromiografía de superficie donde después de un tratamiento se ha logrado una mejoría en la simetría del músculo temporal.

Tomado de [file:///C:/Users/SAMSUNG/Downloads/UB\\_24892028.pdf](file:///C:/Users/SAMSUNG/Downloads/UB_24892028.pdf)

## 8.1 Electromiografía en Odontología

Muchas áreas de la Medicina, Odontología, Fisioterapia y terapia del lenguaje incluyen el uso de electromiografía para la obtención del diagnóstico, pronóstico y plan de tratamiento así como durante en el seguimiento en diferentes tipos de tratamientos<sup>22</sup>.

Es un deber primordial ofrecer la mejor atención posible en el mejor interés del paciente. Los avances tecnológicos son maravillosos, pero deben sopesarse contra el costo de proporcionar la atención, y nuestra capacidad para hacer que la odontología y ortodoncia disponible y accesible por todos en la sociedad. La forma en que abordamos esta cuestión tendrá un mayor impacto en la práctica de la ortodoncia que cualquier avance tecnológico en los próximos años<sup>23</sup>.

La electromiografía es una herramienta importante para la investigación en odontología, en los últimos años los investigadores se han dedicado al estudio de la actividad muscular asociada a la función mandibular y a la oclusión dentaria en los desórdenes craneomandibulares, la técnica más utilizada para esto por su facilidad de empleo durante la práctica clínica es la EMGs, la cual comenzó a ser utilizada en este ámbito a principio de los 80 por Goodgold, y Eberstein (1983), Kimura (1984), Dalhstron (1989) y Windsor y Lox en (1998)<sup>21</sup>.

Sin embargo su uso ha sido limitado debido al gran número de equipos requeridos para la técnica, los costos, la falta de divulgación de la técnica y en otros casos a la renuencia de cambiar la observación a la cuantificación en algunas situaciones clínicas de la práctica odontológica donde será útil <sup>20</sup>.

Fue implementada, por primera vez en la práctica odontológica para poder estudiar la influencia de las maloclusiones sobre el patrón muscular del aparato masticatorio. Este primer estudio electromiográfico lo realizó

Moyers en 1949 sobre un grupo de sujetos con maloclusión Clase II de Angle división 1<sup>a</sup> <sup>20,21</sup>.

Actualmente la actividad muscular logra estudiarse asociada a la función mandibular y a la oclusión dentaria. La actividad no solamente se estudia en función de su contracción también puede ser por la frecuencia de contracciones. <sup>21</sup> Si bien esta es una técnica que permite registrar los datos de la actividad eléctrica de los músculos en forma certera, reproducible y objetiva, <sup>12</sup> se ha demostrado que para lograr que los registros sean de alta confiabilidad, se deben tener en cuenta factores que puedan alterar los resultados, tales como la posición del paciente, la edad, la composición y forma de la cara, la cantidad de tejido conectivo y grasa (especialmente al utilizar los electrodos de superficie)<sup>19</sup>.

La EMG puede ser utilizada para evaluar la capacidad de relajación muscular entre contracciones, como la hiperactividad muscular en reposo o el espasmo muscular<sup>20</sup>, los desbalances musculares, la posición de reposo mandibular y la posición oclusal<sup>19</sup>, hábitos parafuncionales como el bruxismo; períodos silentes; la actividad EMG durante el tratamiento mediante férulas de relajación.

Indicaciones de la electromiografía en odontología:

- Evaluar pacientes con disfunción temporomandibular, dolor y disfunción de los músculos mandibulares
- Cefaleas por tensión, sobrecarga de los músculos temporales y del cuello.
- En rehabilitación oral parcial o total
- En el diagnóstico y tratamiento en ortodoncia y ortopedia<sup>21</sup>.

## Registro de la actividad eléctrica de los músculos

En la electromiografía se recopilan una serie de datos que pueden indicar actividad muscular relacionada a diferentes posiciones como por ejemplo las respuestas electromiográficas de los músculos masticadores que dependen y son modificadas por las posiciones de la cabeza donde la extensión dorsal aumenta la actividad de los temporales y la flexión ventral aumenta la de los maseteros y digástrico también, lo cual es información importante para el diagnóstico ortodóntico<sup>19</sup>. El tipo de actividad muscular que interesa valorar desde el punto de vista fisiológico en las aplicaciones de electromiografía dental son:

- Contracciones voluntarias con buena coordinación de músculos agonistas y antagonistas durante los movimientos funcionales habituales de la mandíbula como el masticar, deglutir y hablar, etc.
- La capacidad de relajarse entre contracciones.
- Registros de actividades involuntarias no funcionales como parafuncionales orales, bruxismo, etc.
- Disfunción de ATM.

Las mediciones se realizan habitualmente en músculos referentes tales como la porción anterior del temporal (posicionador mandíbula), la porción posterior del temporal (postural de la cabeza), el masetero (fuerza de mordida), y el vientre del digástrico (función deglutoria). A su vez pueden ser registradas las actividades de los músculos cervicales posteriores, esternocleidomastoideo y trapecio los cuales son músculos vinculados con la postura de la cabeza y cuello<sup>21</sup>. En estudios previos, se reporta que el masetero es considerado conveniente para realizar el test de electromiografía, puesto que es parte de los principales músculos involucrados cuando existe un desequilibrio muscular en la masticación además de la ventaja de su ubicación anatómica<sup>24</sup>.

## 8.2 Electromiografía en Ortodoncia y. Ortopedia craneofacial

Los aparatos que se utilizan en ortopedia craneofacial están dirigidos a redireccionar el crecimiento mientras que la aparatología en ortodoncia busca mejorar las posiciones dentarias dentro del sistema craneofacial con estos tratamientos además se espera coordinar la neuromusculatura.

Cuando hay descoordinación de esta se afectan de manera adversa la dentadura y/u otros componentes del sistema masticatorio.

La finalidad de un tratamiento ortodóntico es crear una relación intercuspídea ideal, ubicada dentro del sistema craneofacial que sea repetidamente estabilizada por la deglución.

Para esto el clínico elimina influencias disarmónicas sobre la posición dentaria, suponiendo que la conducta neuromuscular equilibrada es más ventajosa, puede utilizar las posiciones reflejas primitivas para estabilizar su resultado terapéutico<sup>18</sup>, sin embargo a pesar de que con los tratamientos se puede alcanzar una correcta oclusión, estudios han demostrado que esto no necesariamente coincide o se relaciona con un equilibrio neuromuscular <sup>25</sup> esto es una razón relevante para incluir la electromiografía como parte del protocolo en ortodoncia y en ortopedia craneofacial.

### Maloclusiones valoradas con electromiografía

Cuando se habla de los registros de la electromiografía cabe resaltar que los resultados que se obtienen no son específicos, o pertenecen a enfermedades concretas por lo que por sí solos no pueden proveer un diagnóstico del sistema muscular<sup>17</sup>, sin embargo sí brindan datos importantes sobre la oclusión. Algunos autores reportan que el descenso de valores de actividad tiene su origen en las relaciones oclusales, no obstante es preciso valorar los resultados que han obtenido otros autores<sup>4</sup>.

Desde el punto de vista clínico la valoración muscular arroja ciertos datos:

- Generalmente la hiperactividad del temporal anterior se produce en casos de sobremordida anterior, pérdida de soporte posterior o mandíbula en posición distal.
- La hiperactividad del temporal posterior suele ser indicativo de una posición mandibular distalizada o bruxismo con áreas reflejas y de puntos gatillo en los músculos esternocleidomastoideos y trapecios.
- La hiperactividad del masetero, se registra en el apriete dentario intenso asociado generalmente a hábitos parafuncionales.
- La hiperactividad del digástrico se presenta en pacientes con cabeza adelantada, hábitos linguales o desplazamiento irreductible del disco articulares<sup>4, 21</sup>.

Estos datos pueden complementar los estudios de la musculatura.

### Protocolo para realizar la electromiografía.

Este estudio es un procedimiento que como muchos otros requiere de pasos a seguir, durante la revisión de la literatura se encontraron protocolos para la realización del estudio <sup>26</sup>.

El uso de la estandarización elimina la probabilidad de cualquier variación en los resultados, Comenta Wozniak que el primer registro donde se menciona la necesidad de estandarización para realizar la electromiografía (EGM) fue realizado por Ferrario, el inicia la operación al colocar rollos de algodón, los posiciona sobre los segundos premolares, primeros y segundos molares en cierre, con el fin de posicionar las arcadas y después realiza el registro en máxima intercuspidad (durante 3 segundos) <sup>27</sup>, el uso del algodón en los molares se utiliza también en el test de predominancia oclusal<sup>28</sup>.

En la técnica la impedancia, que es un problema en la transmisión de la corriente a través de la piel y se evita solo al realizarle una limpieza previo a la colocación de los electrodos. Ferronato para reducir la impedancia de la piel, en su protocolo limpia con alcohol etílico al 70% y se seca antes de la colocación del electrodo, él efectúa los registros 5 minutos más tarde<sup>29</sup>.

También se debe evitar cualquier efecto de fatiga, dar un periodo de descanso de 5 min., entre cada registro ayuda en este punto.

La evaluación de la actividad muscular como la simetría de la coordinación del homólogo, pueden ser calculados así que siempre se valoran ambos lados <sup>27</sup>, al momento de colocar los electrodos se realiza tanto del lado derecho como del lado izquierdo en cualquier músculo a evaluar <sup>26</sup>.

Se coloca al paciente sentado, con la espalda recta, la cabeza se ubica conforme al plano de Frankfort paralelo al suelo. El electrodo de control se coloca en la parte más prominente del vientre del músculo masetero y en el temporal en la contracción isométrica, el segundo electrodo se ubica a 15 mm del electrodo de control siguiendo la dirección de las fibras musculares<sup>4</sup>.

Wozniak realiza el estudio con el siguiente protocolo: Se coloca al paciente en un asiento sin cabezal y se le pide mantener la cabeza en una posición natural. Después se colocan los electrodos autoadhesivos con precisión en el temporal anterior y masetero superficial tanto en los lados izquierdo y derecho en paralelo a las fibras musculares. En el temporal se coloca verticalmente a lo largo del margen anterior del músculo; mientras que en el masetero se coloca paralelo a las fibras<sup>27</sup>.

El siguiente protocolo que se menciona es de relevancia por indicar mayores especificaciones:

Músculo masetero: Desde detrás del sujeto sentado, el operador palpa al músculo, mientras el paciente realiza la máxima intercuspidad. Para

posicionar el electrodo bipolar, se coloca paralelo a las fibras musculares, se traza una línea imaginaria que conecta la zona del origen y de la inserción muscular.

Músculo temporal: Se palpa el músculo mientras, el paciente está en máxima intercuspidación, se localiza el eje mayor de la apófisis cigomática del hueso frontal. El electrodo se coloca a lo largo de la línea paralela a este proceso, de esta manera, se ubica paralelo a las fibras musculares, más o menos superficialmente en comparación con la sutura frontoparietal. Un electrodo puesto como tierra se coloca en un área en la frente y otro electrodo se aplica inferior y posterior a la oreja derecha<sup>29</sup>.

Resultados revelados por la electromiografía en maloclusiones.

Los músculos de la región orofacial tienen gran influencia en el desarrollo de la formación de la dentición y oclusión. Se sabe que el funcionamiento inadecuado de estos músculos es uno de los principales factores etiológicos en maloclusión <sup>30</sup>.

Es necesario entender la adaptación a la función que hacen los individuos con maloclusión clase I, clase II y clase III, por lo que la valoración de la musculatura con la electromiografía es fundamental para este propósito.

Albornoz menciona que según Miralles, no existen diferencias importantes en el promedio de amplitud de voltaje en las diferentes arquitecturas craneofaciales durante la contracción máxima voluntaria (CMV)<sup>3</sup>.

Ante la presencia de un tipo de arquitectura diferente a la clase I podemos esperar que el sistema neuromuscular presente variaciones compensatorias para conservar la eficiencia masticatoria o la integridad estructural y funcional<sup>16, 17</sup>.

## Clase I

En clase I, cabe la posibilidad de evaluar las variaciones de actividad muscular con respecto a los diferentes patrones de crecimiento craneofacial. Alabdullah reporta que sin la existencia de maloclusiones la actividad en el patrón de crecimiento vertical es mayor en los músculos maseteros, orbicular de los labios, y en el vientre anterior del músculo digástrico durante posición de reposo en contraste con a la actividad que se manifiesta en los otros patrones de crecimiento. En máxima intercuspidad en la porción anterior del músculo temporal, el masetero y el buccinador la actividad que presentan es significativamente menor con respecto a los otros dos grupos de patrón de crecimiento. Con lo que deduce la existencia de una relación en el patrón de crecimiento y la actividad muscular de los masticadores así como de los músculos periorales.<sup>31</sup>

## Maloclusión Clase I:

La amplitud de voltaje es menor en pacientes con CI que en pacientes con CII<sup>3, 17</sup>. Muscularmente existe mayor protagonismo del músculo masetero que del temporal. Albornoz menciona los reportes de Ferrario, encontró que a menor número de contactos oclusales los sujetos de estudio presentan menor amplitud de voltaje, en individuos que están o se acercan a la neutroclusión.

Con respecto a la variedad de las unidades motoras (UM) se acerca al 79.01%, presenta frecuencias de potencial de unidades motoras (PUM) presenta una menor amplitud de voltaje pero tiene una mayor variedad de PUM.

## Maloclusión Clase II:

En algunos estudios revisados los autores dicen que al haber analizado la amplitud de voltajes, se observó una amplitud de voltaje mayor en los

músculos (temporal y masetero) en pacientes con clase II división II (CII) en comparación con pacientes con clase I (CI) lo que nos permite descifrar que los músculos en pacientes en CII se encuentran en una tensión mayor, debido a que la amplitud de voltaje registrada en una EMG en contracción isométrica es proporcional a la fuerza que desarrolla el músculo. Albornoz dice que Moreno notifica que los individuos en CII presentan una amplitud del voltaje más alta que los CI para el músculo temporal, por lo que se considera un mayor protagonismo de este músculo en la maloclusión antes mencionada.

Se debería pensar que en individuos con CII existiría menor amplitud de voltaje pues existe un menor número de contactos, pero según los resultados obtenidos se manifiesta una mayor amplitud que se puede explicar debido a la menor recepción de estímulos de los receptores periodontales y se traduce como menos aferencias periodontales inhibitorias. Las aferencias tienen la función de proteger al sistema y al no tenerlas en CII realiza una fuerza relativamente mayor que la CI. En normalidad morfofuncional la protección limita la función de los músculos elevadores de la mandíbula con el fin de proteger las estructuras.

Con respecto a la variedad de las UM equivale a un 59.8%, presenta frecuencias de PUM; CII consigue mayor voltaje a expensas de un mayor reclutamiento de UM de menor voltaje.<sup>3</sup>

Sin embargo otro estudio realizado por Piancino demostró en los datos del registro electromiográfico en un niño con Clase II División 2 donde el músculo masetero y el temporal presentaban disminución de la actividad Sin embargo después del tratamiento se incrementó la actividad.<sup>32</sup>

En sujetos con mordida abierta el musculo orbicular de los labios tiene menor actividad y un menor grosor. En aquellos con mordida profunda fue mayor la actividad del orbicular de los labios y un mayor grosor.<sup>33</sup>

### Maloclusión Clase III:

Albornoz menciona que según Miralles, existen diferencias entre las arquitecturas craneofaciales. Mientras se realizan movimientos funcionales de trabajo promedio presentando mayor amplitud de voltaje en los individuos con maloclusión clase III (CIII)<sup>3</sup>

Wozniak menciona que Moreno, encontraron que durante máxima intercuspidad los individuos en clase III muestran la mayor actividad en músculos temporales y maseteros.

### Mordida cruzada posterior

Wozniak menciona que Moreno et al, observó una disminución la actividad ipsilateral de los maseteros durante el examen de máximo esfuerzo, la mayor parte de la actividad la realizaron los temporales anteriores. Esta maloclusión también afecta la masticación del lado afectado la actividad de los músculos con un bolo suave es de 16.7% y con un bolo duro es de 16.7% en comparación con el lado no afectado donde la actividad con un bolo suave es de 59.0% y con un bolo duro es de 69.7%.

La actividad del masetero se reduce en el lado afectado y aumenta o no en el lado no afectado.

Wozniak dice que Tecco no halló los mismos resultados en los músculos de esta discrepancia sin embargo si menciona que existe una mayor actividad en los músculos temporales y que halló una significativa disminución de la actividad del esternocleidomastoideo en comparación con maloclusiones transversales<sup>34</sup>.

En los estudios realizados por Wozniak los datos reflejan que la actividad del temporal en reposo aumenta en sujetos con mordida cruzada posterior comparado con pacientes sanos mientras que la actividad del masetero durante el reposo no muestra diferencia significativa. Durante la máxima

intercuspidación los resultados del masetero y del temporal revelaron una disminución del potencial eléctrico de los músculos<sup>13</sup>.

En la mordida cruzada unilateral, la actividad será asimétrica, está en edades tempranas resulta en la disminución del desarrollo de los músculos de la masticación del lado donde la oclusión no tiene una relación dental adecuada. Las diferencias entre el lado afectado y el otro pueden provocar una discrepancia en el espesor del músculo masetero y también dar lugar al descenso de la fuerza de máxima intercuspidación en comparación con el sector sin mordida cruzada. A medida que los músculos elevadores de la masticación del lado de la mordida cruzada trabajan en menor medida que del otro, por lo que las fibras de los músculos serán más delgadas y los niveles de la fuerza de mordida más bajos<sup>35</sup>.

#### Asimetrías

La simetría bilateral es extremadamente importante en la morfología del sistema masticatorio. Este concepto de simetría del cuerpo humano está conectado con la simetría funcional<sup>13</sup>. Si se encuentran asimetrías bilaterales en las contracciones isométricas con desviación lateral o desplazamiento de la mandíbula en oclusión se puede evaluar con la electromiografía. Cuando existe una discrepancia morfológica en la base craneal, la actividad muscular será asimétrica.

#### Inestabilidad oclusal

Se puede evaluar la inestabilidad oclusal, y la rotación de la mandíbula o torque <sup>21</sup>.

El uso de la electromiografía durante el monitoreo de terapias en ortodoncia.

Debido a la importante asociación entre la morfología y la función, uno de los tratamientos posibles dentro de la ortodoncia es la terapia miofuncional, el objetivo de este tipo de tratamientos es alcanzar el equilibrio de los músculos y el correcto balance de las fuerzas que inducen el desarrollo de crecimiento esquelético craneofacial.

Por lo que es justificable el realizar registro de EMG de los músculos masticatorios antes, durante y después del tratamiento con el fin de monitorear o valorar la evolución.

Uno de los principales aparatos removibles de terapia miofuncional es el activador de Andressen. Wozniak menciona la investigación de Erdem, sobre electromiografía de los músculos temporal, masetero y orbicular de los labios en individuos en CII división I que fueron tratados con este aparato y un grupo control sin el tratamiento.

Los registros se realizaron previamente a la terapia en ambos grupos, en el que no fue tratado con aparatología se realizó un registro 12 meses después y en el que fue tratado con aparatología se realizaron registros a los 3, 6 y 12 meses, esto con el fin de comparar y evaluar la efectividad del tratamiento.

Se realizó electromiografía al temporal, masetero durante la masticación, máxima intercuspidad y deglución en ambos grupos hubo aumento de actividad particularmente en el grupo con aparatología.

Los registros del orbicular de los labios se llevaron a cabo en función/acción de silbar se observó un importante incremento de la actividad del músculo.

Wozniak menciona un estudio de electromiografía realizado por Saccucci el estudio se llevó a cabo en niños de 9 años de edad con CII división II, mordida profunda e incompetencia labial, en tratamiento con Guide Ortho Tain, y 15 niños con neutroclusión.

El potencial eléctrico del orbicular de los labios se registró previo al tratamiento, a los 3 meses y a los 6 meses. Para este estudio se trabajó con dos grupos, en el que se realizó tratamiento a la individuos se obtuvieron valores menores de tono en el orbicular de los labios, tanto en descanso como en protrusión, esto en comparación al grupo control y durante el tratamiento se observó un significativo progreso en actividad muscular, los pacientes después del tratamiento alcanzaron una actividad muscular similar al del grupo control<sup>21</sup>. Los resultados de la electromiografía se realizan en descanso antes y seis meses después la terapia miofuncional.

Después del tratamiento, al realizar el análisis de los músculos en reposo, antes y seis meses después del tratamiento se observa disminución de la actividad <sup>34</sup>. Dmitrenko M. menciona que los resultados de su investigación mostraron la necesidad de utilizar métodos como la electromiografía durante el tratamiento de ortodoncia en pacientes con maloclusión complicada por apiñamiento dental con el fin de vigilar el estado funcional de los músculos, como el masetero y temporal. El tratamiento de apiñamiento dental resultó en la restauración de la simetría funcional de los músculos maseteros<sup>36</sup>.

Kwak reporta que en un niño de 8 años con asimetría facial y mordida cruzada posterior unilateral recibió tratamiento de ortopedia craneofacial<sup>37</sup>. El tratamiento de este tipo de maloclusión es usualmente orientado a la maxila<sup>29</sup>.

El tratamiento constó de expansión maxilar y un bloque de mordida posterior, se logró descruzar la mordida y se estabilizó.

Se realizaron los registros con electromiografía antes de comenzar el tratamiento y al finalizarlo. Se evaluó la actividad de los músculos temporales y maseteros, y los patrones de masticación, después del tratamiento con un aparato convencional de expansión se logró la

estabilidad oclusal, se prosiguió con el registro al final del tratamiento donde se reveló que los músculos mejoraron su actividad y el patrón de masticación se normalizó. Se concluyó que al haberse logrado cambios funcionales positivos estos influyen corrigiendo el crecimiento y evitando la asimetría facial en edades tempranas en un adulto la corrección de este problema es difícil de corregir solamente con ortodoncia<sup>38</sup>.

El objetivo de este estudio de seguimiento fue evaluar los efectos del Trainer pre-ortodoncia aparato (POT) en el músculo temporal anterior, orbicular de los labios y los músculos maseteros través de evaluaciones de electromiografía (EMG) en sujetos con Clase II división 1 maloclusión y con incompetencia de los labios. Se evaluaron pacientes con una edad media de  $9,8 \pm 2,2$  años, los cuales fueron tratados con POT (Myofunctional Research Co., Queensland, Australia), contra un grupo control de 15 sujetos con una edad media de  $9,2 \pm 0,9$  años, con división de Clase II división I sin tratar.

Los registros de EMG se obtuvieron al principio y al final de la terapia junto con registros de seguimiento del grupo de control que fueron tomadas después de 8 meses de los primeros registros. Las grabaciones fueron tomadas durante las diferentes funciones orales: apretar los dientes, succión y la deglución.

Durante el tratamiento POT, la actividad del temporal anterior y los músculos maseteros se redujo y la actividad orbicular de los labios se incrementó cuando el paciente está en máxima intercuspidación; no se encontraron diferencias significativas en comparación con el control. La actividad orbicular de los labios durante la succión se aumentó en el grupo de tratamiento ( $P < 0,05$ ).

En el grupo control, se determinaron cambios significativos para temporal anterior ( $P < 0,05$ ) y masetero ( $P < 0,01$ ) en el músculo orbicular ( $P < 0,05$ ) en la deglución durante el período de observación.

Los resultados indicaron que el tratamiento con aparato POT mostró una influencia positiva en la musculatura masticatoria y peribucal<sup>39</sup>.

Evaluación de la musculatura en la Expansión rápida de Maxilar.

De Rossi efectuó un estudio en donde se analizó la actividad por medio de electromiografía a los músculos maseteros y temporales en niños con mordida cruzada bilateral, fueron tratados por medio de aparatología para expansión rápida maxilar. Se llevaron a cabo 2 registros, uno antes de iniciar el tratamiento y otro al finalizar, 5 meses después. Se realizaron en posición de reposo, en máxima intercuspidadación y durante la masticación. Masetero aumentaron significativamente después de remover la aparatología utilizada durante el tratamiento en posición de reposo, en máxima intercuspidadación y durante la masticación<sup>40</sup>.

Efectos de la rápida expansión maxilar asistida por cirugía o SARME, sobre los músculos de la masticación.

Sverzut realizó un estudio para valorar los efectos de la rápida expansión maxilar asistida por cirugía o SARME, sobre los músculos de la masticación, los procedimientos se llevaron a cabo en adultos con mordida cruzada bilateral posterior. Se valoró por medio de electromiografía los músculos temporales y maseteros antes y después de la cirugía, los registros se realizaron en intervalos de tiempo de 15 días.

Los registros se realizaron en máxima intercuspidadación, en posición de reposo y en movimientos de masticación, después de la cirugía los patrones de contracción de los músculos evaluados disminuyeron de forma significativa lo que sugiere la considerar la EMG como un examen adicional

para la evaluación muscular, sería prudente realizar como parte del posoperatorio, más registros <sup>41</sup>.

Cirugía ortognática: paciente en clase III.

Estos pacientes suelen ser tratados con ortodoncia y cirugía ortognática para la corrección de la oclusión y la mejora de la estética facial<sup>42</sup>.

Estos pacientes presentan una fuerza de mordida y actividad muscular menor en comparación con individuos sanos. La cirugía ortognática puede ayudar a mejorar la función masticatoria en los pacientes

Kubota menciona, que en su estudio evaluó la función de los músculos masticatorios mediante electromiografía antes y después de la cirugía y además, la comparó contra pacientes sanos (grupo control). Se evaluó el movimiento de la mandíbula, se encontró que su movimiento tuvo una mejora importante, pero el patrón de molienda no logró una amplitud cercana a la de los individuos sanos. Los índices de actividad en los músculos maseteros y temporales cambiaron de valores negativos a positivos llegando a una cercanía con respecto al grupo de pacientes sanos. Aunque la cirugía mejora el patrón de masticación sigue siendo incompleto con respecto al grupo control<sup>43</sup>.

Cirugía ortognática para el tratamiento de mordida abierta y mordida profunda.

En este tipo de casos, los registros electromiográficos obtenidos al principio de la valoración, no demuestran diferencias significativas entre pacientes con mordida profunda y mordida abierta, durante el tratamiento ortodóntico se observan diferencias, las cuales revelan una mayor actividad en mordida profunda y una menor en mordidas abiertas, después de la cirugía, en continuas evaluaciones a través del tiempo, los valores de

potencial de acción se vuelven similares. Esto se hace evidente en registros realizados con rollos de algodón durante el apretamiento<sup>44</sup>.

#### Valoración de Pacientes con Respiración Bucal.

Los pacientes con respiración bucal tienen patrones musculares afectados por este problema, en la evaluación realizada por Nagaiwa se reporta que existen efectos en el músculo masetero, después de comparar a pacientes sanos contra aquellos con respiración bucal.

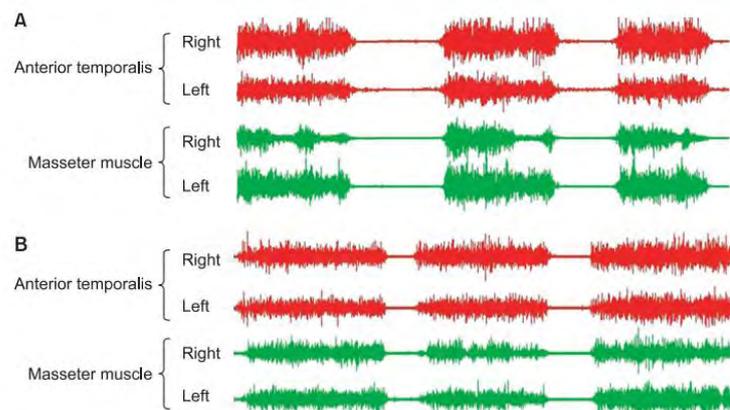
Durante la evaluación con electromiografía se encontró que los músculos maseteros en respiradores bucales tienen una significativa disminución de su actividad a diferencia de los sanos. Nagaiwa lo que traduce en una menor eficiencia masticatoria<sup>45</sup>.

### 8.3 Ejemplo de caso clínico.

Un niño de 8 años de edad, con asimetría facial y mordida cruzada posterior unilateral en el lado izquierdo.

El paciente recibió tratamiento ortopédico y de ortodoncia. Durante la primera fase del tratamiento, el arco superior estrecho, se amplió con el uso de una placa activa. Posteriormente, se le colocó un bloque de mordida para descruzar.

Después de que se estabiliza la posición de la mandíbula, la segunda fase del tratamiento se inició con ortodoncia, se utilizó aparatología fija para corrección de las posiciones dentales, al final del tratamiento se logró la simetría esquelética, la oclusión ideal y líneas medias dentales coincidentes. Funcionalmente, el balance de fuerza oclusal y la actividad de los músculos masticatorios se mejoraron y los patrones de masticación se normalizaron<sup>37</sup> (Fig. 28).



Registros electromiograficos del músculo masetero y del músculo temporal.

A, registro antes del tratamietno a la edad de 8 años 6 meses

B, después de la fase de tratamiento a la edad de 13 años con 2 meses de edad

Figura 28. Registros electromiográficos de los músculos masetero y temporal antes y después del tratamiento. Tomado de Kwak Y.Y, Jang I, Choi D.S, Cha B.K, Functional evaluation of orthopedic and orthodontic treatment in a patient with unilateral posterior crossbite and facial asymmetry. Rev. Korean Journal of Orthodontic. 2014: 44:143-153

## CONCLUSIONES

La electromiografía puede brindar muchos datos importantes, sin embargo es necesario el conocimiento anatómico y fisiológico para lograr una buena interpretación.

Existen diferentes técnicas para utilizar la electromiografía, estas dependen del tipo de electrodos que se utilizan, estos se eligen según las especificaciones del caso y del paciente.

La electromiografía de superficie es el método más seguro sobre todo a la hora de trabajar con niños, pues no es invasivo y no interfiere con las funciones musculares.

Existen varios protocolos para llevar a cabo la electromiografía. Para que los estudios sean estables y reproducibles es necesario que exista un protocolo estándar, en la literatura se observó que los autores no han unificado criterios puesto que cada uno utiliza un protocolo similar pero no igual, además otro aspecto que se reveló es que pocos estudios los estudios mencionan las zonas anatómicas donde se deben colocar los electrodos.

Existe una relación de la función muscular con las diferentes maloclusiones, al igual que con los patrones de crecimiento y la estructura facial.

Es útil para diagnosticar asimetrías musculares relacionadas con las maloclusiones.

Cuando se realiza cirugía durante el tratamiento de ortodoncia, la valoración de la actividad muscular ayuda a la rehabilitación y el seguimiento de los mismos.

Es importante no solo alinear los dientes o corregir la dirección del crecimiento sino encontrar el balance muscular para evitar recidiva u otro tipo de alteraciones por lo que es fundamental valorar la condición de los tejidos blandos durante un tratamiento de ortodoncia u ortopedia, ya que se estabilidad depende el éxito de los mismos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gómez de Ferraris M. Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental. 3ª Ed, México: Editorial Médica Panamericana, 2009. Pp.138
2. Becker I. M. Oclusión en la Práctica clínica. 6ª edición. Venezuela: Amolca, 2012. Pp. 89-113
3. Albornoz M, Ogalde A, Aguirre M, Estudio radiográfico y electromiográfico de los músculos masetero y temporal con maloclusión Tipo II, 1 Angle y Controles. Rev. Int. J, Morphol., 2009; 27: 861-866
4. Major M. A. Sigurd Ramfjord; tr. José Luis Castillo Parra. Oclusión. 3ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana. 1996. Pp. 13-23
5. Ohanian M. Fundamentos y principios de la ortopedia dento- maxilo-facial. Venezuela: Actualidades Medico Odontológicas Latinoamérica, 2000. Pp. 42-47
6. Okeson J. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. España: Elsevier, 2008. Pp. 227-235
7. Sobotta J. Atlas de Anatomía Humana. Tomo I, 20ª edición. España: Editorial medica panamericana, 1994. Pp. 69
8. Herrera P. Anatomía Integral. México: Trillas, 2008.Pp. 310-317, 338-342
9. Eriksen M. Anatomía Humana. Fascículo I. Huesos Articulaciones y Músculos de Cabeza y Cuello. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2001. Pp. 76-77
10. Fox S: Fisiología Humana. 13ª Ed. México: McGraw Hill 2014. Pp. 363
11. Tortora J. Principios de anatomía y fisiología. 7ª Ed. España: Harcourt. 1996. Pp. 238-239.
12. Ferguson D. Physiology for dental students. England: Wrigth 1988 PP 90-91
13. Wozniak K, Szyszka- Sommerfeld L, Lichota D, The electrical Activity of the Temporal an Masseter Muscles in Patients with TMD and

- unilateral Posterior Crossbite. Rev. Biomed Research International. 2015; 1-7.
14. Almandoz A. Clasificación de las maloclusiones. Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2011. Pp.21-25
  15. Vellini F. Ortodoncia. Diagnóstico y planificación clínica. Brasil: Artes Médicas. 2002. Pp. 99-114
  16. Proffit W. Ortodoncia Contemporánea: Teoría y práctica. 4ª Ed. Madrid: Elsevier, 2008. Pp.218-220
  17. Medrano J, Palomino A. Electromiografía de la masticación en niños sanos y portadores de maloclusión Clase I y II de Angle. Rev. Odontológica Mexicana. 2008; 12: 131-135
  18. Moyers R. Manual de Ortodoncia. 4ª Ed. Buenos Aires; México: Editorial Médica Panamericana, 1992. Pp.79-80
  19. Caballero K, Duque L, Ceballos S, Ramírez J, Peláez A. Conceptos básicos para el análisis electromiográfico. Rev. CES Odontología. 2002; 15: 41-49
  20. Moreno I. Estudio electromiográfico de los patrones musculares en sujetos con mordida abierta anterior. Universidad Complutense de Madrid. Madrid: 2001. Pp.30-36, 144-151
  21. Constanzo A, Abecasis M, Kanevsky D, Elverdin J, La Electromiografía en el Diagnóstico y Tratamiento Odontológico. Rev. Revista de la facultad de odontología (UBA). 2010; 25: 21-27
  22. Sverzut C, Martonelli K, Jabur R, Petri A, Trivellato A.E, Siéssere Regalo S.C, Efecto de la expansión quirúrgica asistida rápida maxilar en la actividad muscular masticatoria: un estudio piloto. Rev. Annals of Maxillofacial Surgery. 2011;1:32-36
  23. Sameshima G, Orthodontics and Technology. Rev. Mexicana de Ortodoncia. 2015;1:6-7
  24. Shi L, Liu H, Zhang M, Guo Y, Song B, Song C, Song D, Xu Y, Determinación de los valores normativos del músculo masetero por electromiografía de fibra única en pacientes con miastenia gravis. Rev. Int J. Clin Exp Med. 2015; 8:19424-19429.

25. Masci C, Ciarrochi I, Spadaro A, Necozone S, Marci M.C, Monaco A, Does Orthodontic treatment provide a real functional improvement? A case control study. Rev. BMC Oral Health. 2013; 13: 1-9
26. Didier H. Marchetti C, Borromeo G: Tullo V. D'Amico D, Bussone G. Santoro F. Chronic daily Headache: suggestion for the neuromuscular oral therapy. Rev. Neurological Sciences. 2011; 32: 161- 164
27. Wozniak K, Piatkowska D, Szyszka-Sommerfeld L, Buczkowska-Radlinska J. Impact of functional appliances on muscle activity: A surface Electromyography Study in Children. Rev. Medical Science Monitor. 2015; 21: 246-253.
28. Aguirre J. A, Rehabilitación Miofuncional Postural del Dr. Di Rocca Aplicada Tratamientos con el Sistema Trainer del Dr Farrel. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2012 Pp.23
29. Farronato G, Giannini, Galbiati G. Stabilini S.A, Maspero C, Orthodontic-surgical treatment: neuromuscular evaluation in open and neuromuscular evaluation in open and deep skeletal bite patients. Rev. Progress in Orthodontics. 2013; 14:41
30. Petrović D, Vujkov S, Petronijević B, Šarčev I, Stojanac I. Examination of the bioelectrical activity of the masticatory muscles during Angle's Class II division 2 therapy with an activator. Rev. Vojnosanit Pregl. 2014; 71:1116-1122
31. Alabdullah M, Saltaji H, Abou-Hamed H, Youssef M, Association between facial growth pattern and facial muscle activity: A prospective cross- sectional study. Rev. International Orthodontics. 2015;13:181-194
32. Piancino M.G, Isola G. Merlo A. Dalessandri D, Debemardi C, Bracco P. Chewing pattern and muscular activation in open bite patients. Rev. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2012; 22: 273-279
33. Rasheed S.A, Munshi A.K, Electromyographic and ultrasonographic evaluation of the circum-oral musculature in children. Rev. Journal of Clinical Pediatric Dentistry 1996: 20 ;305-311

34. Wozniak K, Piatkowska D, Lipski M, Mehr K, Surface electromyography in orthodontics - a literature review. *Rev. Medical Science Monitor.* 2013; 19: 416-423.
35. Tsanidis N, Antonarakis S, Kiliaridis S. Functional changes after early treatment of unilateral posterior cross-bite associated with mandibular shift: a systematic review. *Rev. Journal of Oral Rehabilitation.* 2016; 43: 59–68
36. Dmitrenko M. Investigation of electromyographic activity of temporal and masseter muscles after orthodontic treatment of malocclusion complicated by dental crowding. *Rev. Lik Sprava.* 2014; 9-10: 128-134.
37. Kwak Y.Y, Jang I, Choi D.S, Cha B.K, Functional evaluation of orthopedic and orthodontic treatment in a patient with unilateral posterior crossbite and facial asymmetry. *Rev. Korean Journal of Orthodontic.* 2014; 44:143-153
38. Jung S.K, Kim T.W, Treatment of unilateral posterior crossbite with facial asymmetry in a female patient transverse discrepancy. *Rev. American Journal Orthodontics Dentofacial Orthopedic.* 2015; 145-164
39. Uysal T. Yagci A. Kara S. Okkesim S. influence of preorthodontic trainer treatment on the perioral and masticatory muscles in patient with class II division 1 malocclusion. *Rev. European Journal Orthodontics.* 2012; 34: 96-101
40. De Rossi M, De Rossi A, Hallak J.E, Vitti M, Regalo S.C, Electromyographic evaluation in children having rapid maxillary expansion. *Rev. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2009; 135: 355-360
41. Sverzut C, Martonelli K, Jabur R, Petri A, Trivellato A.E, Siéssere Regalo S.C, Effet of surgivally assited rapid maxillary expansion on masticatory muscle activity: A pilot study. *Rev. Annals of Maxillofacial Surgery.* 2011;1:32-36

42. Bergamo A.Z, Andruccioli M.C, Romano F.L, Ferreira J.T, Matsumoto M.A, Orthodontic-surgical treatment of Class III malocclusion with mandibular asymmetry. Rev. Brazilian Dental Journal 2011; 22: 151-156
43. Kubota T, Yagi T, Tomonari H, Ikemon T, Miyawaki S. influence of surgical orthodontic treatment on masticatory function in skeletal Class III patients. Rev. Journal of Oral Rehabilitation. 2015; 42: 733-741
44. Ferro F. Spinella P. Lama N. transverse maxillary arch form and mandibular asymmetry in patients with posterior unilateral crossbite. Rev. American Journal Orthodontics Dentofacial Orthopedic. 2011; 140: 828-838
45. Nagaiwa M, Gunjigake K, Yamaguchi K, The effect of mouth on chewing efficiency. Rev. The Angle Orthodontist. 2016; 86: 227-234