



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ESPECIALIZACIÓN EN ORTODONCIA**



**EMG EN PACIENTES ORTODÓNTICOS CON
MALOCCLUSIÓN CLASE II Y III.**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE:
ESPECIALISTA EN ORTODONCIA

PRESENTA:
CLAUDIA IVONNE RODRÍGUEZ CASTAÑEDA

DIRECTOR DE TESIS
Dr. EDUARDO LLAMOSAS HERNANDEZ

ASESORES:
Dr. FERNANDO ANGELES MEDINA
Dr. JULIO MORALES GONZALEZ

LOS REYES, IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO,
OCTUBRE 2016



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.

Índice general

Contenido

I.	Resumen	3
II.	Introducción	6
III.	Antecedentes.....	8
	Anatomía de los músculos de la masticación.....	8
	a) Músculo Temporal	8
	b) Músculo Masetero	9
	c) Músculo Pterigoideo interno (Medial).....	9
	d) Músculo Pterigoideo externo (Lateral).....	10
	Fisiología de los músculos de la masticación.....	11
	Función muscular masticatoria.....	13
	Articulación Temporomandibular (ATM).....	15
	a) Anatomía de la Articulación Temporomandibular	15
	b) Ligamentos de la ATM.....	18
	Regulación del movimiento mandibular.....	19
	a) Tono Muscular	19
	Receptores Sensoriales en los músculos.....	20
	a) Huso Neuromuscular	20
	b) Órganos Tendinosos de Golgi	21
	Actividades reflejas relacionadas con los receptores sensoriales	22
	a) Reflejo Inhibitorio Maseterino.....	22
	Disfunción Temporomandibular.....	22
	a) Etiología y epidemiología de los TTMs	23
	b) Férula oclusales.....	24
	c) Férula Oclusal Fisiológica (FOF).....	25
	d) Uso de la férula fisiológica como desprogramador neuromuscular previo al Tratamiento de ortodoncia	26
	Electromiografía	28
	a) Antecedentes y Desarrollo histórico de la Electromiografía 29	
	b) La Fisiología en el uso de la Electromiografía	30

	c) Mecanismo General de la Electromiografía	31
	d) Amplificación de la señal Electromiográfica.....	36
	e) Variables de estudio de la señal Electromiográfica.....	38
	f) La Electromiografía como complemento diagnóstico en pacientes con trastornos Temporomandibular	41
	Diagnóstico en Ortodoncia	44
	a) Importancia de métodos auxiliares diagnósticos.....	45
IV.	Planteamiento del Problema.....	48
V.	Justificación	48
VI.	Objetivos.....	49
	1. Objetivos Particulares.....	49
VII.	Hipótesis.....	50
VIII.	Metodología	51
	1. Tipo de Estudio.....	51
	2. Población de estudio	51
	3. Muestra.....	51
	4. Plan de análisis de datos.....	52
	5. Criterios de selección	53
	6. Características del Electromiógrafo	54
	7. Método de recolección de la muestra.....	55
	8. Análisis estadístico	61
IX.	Resultados.....	61
X.	Análisis y Discusión de Resultados	124
XI.	Conclusiones	131
XII.	Referencias	132

I. Resumen

Los músculos son de gran importancia en la etiología, en el tratamiento activo de las maloclusiones. Aunque los planes de tratamiento en ortodoncia, se basan en consideraciones biomecánicas también se requiere de conocimiento neuromuscular característico de cada paciente. Es importante que en Ortodoncia se considere como factor etiológico de la maloclusión, la relación de los tejidos blandos con la oclusión, ya que una disfunción nos dará una función compensatoria y esta una adaptación estructural, de ahí la importancia del diagnóstico miofuncional y la educación neuromuscular previa al tratamiento de ortodoncia, ya que si procuramos una oclusión adecuada donde la relación neuromuscular es incorrecta, nos llevara a una recidiva de la maloclusión, por eso la corrección muscular es necesaria para obtener un resultado ortodóntico estable.

La Electromiografía (EMG), es una importante herramienta para analizar la actividad eléctrica muscular, mediante la cual se puede observar y registrar las alteraciones miofuncional no reconocibles clínicamente, así como la detección de trastornos temporomandibular y estructuras relacionadas, involucradas en el movimiento masticatorio, lo cual optimizará el tratamiento Ortodóntico.

El objetivo del presente estudio es implementar el uso de Electromiografía, para determinar trastornos temporomandibular durante el diagnóstico y para evaluar de forma objetiva las alteraciones y/o adaptaciones de la actividad eléctrica de los músculos maseteros superficiales provocadas por la mecánica ortodóntica implementadas para el alivio de la maloclusión, evaluando y comparando mes a mes el valor raíz cuadrática media (RMS) en oclusión, de 10 pacientes de la clínica de especialización en Ortodoncia FES Iztacala, que presentaron maloclusión Clase II y Clase III optimizando así el tratamiento de ortodoncia.

Se realizó estudio piloto, en el Departamento de Fisiología de la DEPeI FO-UNAM, la muestra de 10 pacientes, (6 femeninos y 4 masculinos) de edades entre 15 a 30 años de edad. Los pacientes se distribuyeron en dos grupos grupo 1 (n=6) pacientes con maloclusión Clase II y grupo 2 (n=4) pacientes con maloclusión Clase III. En ambos grupos se incluyeron pacientes con trastorno temporomandibular (TTM) con indicado uso de férula oclusal fisiológica previo al tratamiento de ortodoncia.

Materiales y Métodos.- El equipo (Electromiógrafo), hardware y software utilizado fue desarrollado por el Laboratorio de Bioelectrónica del CINVESTAV del IPN, en conjunto con el Laboratorio de Fisiología de la DEPeI FO-UNAM.

Los valores RMS obtenidos del estudio EMG fueron organizados y Graficados (gráficas de variable continua y gráficas de cajas) en el programa Excel (OS Windows) y la información se analizó con el programa IBM SPSS Statistics V22.

El presente estudio se realizó mediante un diseño antes-después; en la primera etapa se obtuvo RMS inicial de los pacientes el cual se incluyó en el tamizaje diagnóstico ortodóntico para la detección de trastorno temporomandibular los cuales fueron tratados mediante el uso de Férula oclusal fisiológica previa al tratamiento de ortodoncia, se inicia tratamiento de ortodoncia, se registra el RMS mes a mes durante las primeras dos fases del tratamiento, al final de esta primera etapa se realiza análisis estadístico para obtener el promedio RMS previo y durante el tratamiento de ortodoncia de los pacientes con maloclusión clase II y se comparó con el promedio RMS de los pacientes con maloclusión clase III.

Resultados.- El 60% de la muestra presentó maloclusión clase II y el 40% maloclusión clase III. Se realizó registró Electromiográfico Diagnóstico, para obtener el RMS Inicial en oclusión céntrica de los músculos maseteros izquierdo y derecho, se calculó el promedio bilateral RMS Inicial de los pacientes clase II (215.2 μV) y clase III (432.9 μV). Durante el tamizaje diagnóstico se determinó trastornos temporomandibulares (TTM) por medio de los registros obtenidos a partir del RMS Inicial, los pacientes que presentaron TTM, registraron un RMS Inicial $>200 \mu\text{V}$ Con el uso de férula oclusal fisiológica (FOF) se obtuvo promedio bilateral de los pacientes TTM, al primero, segundo y tercer mes respectivamente pacientes clase II (RMS FOF 24.73 μV , 8.97 μV , 6.71 μV), y clase III (RMS FOF 111.09 μV , 7.54 μV , 31.02 μV). Se realizaron EMG de forma paralela al tratamiento y se registró el RMS de los pacientes clase II (grupo 1 n=6) y pacientes clase III (grupo 2 n=4), en oclusión céntrica, en cada registró se obtuvo el RMS individual del músculo masetero derecho y músculo masetero izquierdo de los 10 pacientes. El promedio RMS Inicial grupo 1 (Izquierdo 162.3 μV , Derecho 152 μV), y grupo 2, (Izquierdo 386.8 μV , Derecho: 436 μV). El valor promedio del RMS Progreso del grupo 1

(Izquierdo 166.3 μV Derecho 209.3 μV) y grupo 2 (Izquierdo 262 μV , Derecho 301.5 μV). El valor promedio del RMS tratamiento de ortodoncia del grupo 1, (Izquierdo 138.5 μV , Derecho: 115.9 μV) promedio bilateral de 127.2 μV ($\neq 22.6$ μV , DE 67.3 μV) y grupo 2 (Izquierdo 204.8 μV , Derecho: 221.8 μV) promedio bilateral de 213.3 μV ($\neq 170$ μV , DE 740 μV). El rendimiento masticatorio de pacientes clase II se reduce considerablemente al durante el tratamiento de ortodoncia, en esta primera etapa, se observa que la actividad eléctrica muscular se modificó directamente proporcional a la fuerza que se aplicó, de ahí la importancia de la monitorización constante neuromuscular durante el tratamiento de ortodoncia. Un cambio notable en la actividad muscular se produjo después de los primeros días o semanas de uso de aparatología fija y elásticos intermaxilares, aumento en la actividad del músculo masetero, y más significativamente un aumento en la función del músculo masetero, debido al aumento de las unidades motoras que se activan durante la contracción muscular

Conclusión.- El papel de la musculatura en el tratamiento ortodóntico es muy importante, ya que predispone a la maloclusión. La electromiografía ha demostrado, que los músculos en la posición de reposo mantienen su función, el mantenimiento de un status quo de los tejidos blandos y elementos óseos. Por tal motivo los contactos oclusales prematuros provocan una actividad muscular compensatoria, la cual se desarrolla durante la función activa provocando desviaciones en la actividad neuromuscular. Dicha actividad puede cambiar la morfología ósea, lo que acentúa la maloclusión (compensación presente en maloclusión Clase II y Clase III).

Como ortodontistas es fundamental contar con auxiliares diagnósticos cuantificables y de fácil acceso como lo es la electromiografía para medir el efecto de la función muscular previo y durante el tratamiento de ortodoncia.

Palabras clave: Músculos, Actividad eléctrica muscular, Electromiografía, Raíz cuadrática media (RMS), Trastorno Temporomandibular (TTM), Maloclusión Tratamiento de ortodoncia en pacientes con TTM, Estabilidad.

II. Introducción

El sistema estomatognático es una unidad biológica y funcional, donde todos sus componentes forman parte de un engranaje de modo que si uno de ellos falla repercutirá en alguno de los demás, deteriorando el funcionamiento del sistema. Una alteración funcional puede ser la causa de la discrepancia y en otros casos la consecuencia, pero siempre está presente, de modo que, la función está ligada a la forma, como la forma depende de la función.

Previo al tratamiento de ortodoncia, es importante tener presente que los músculos generan fuerza, la cual se transmite a través de las estructuras óseas (incluso en reposo), ya que tienen la función de mantener la postura mandibular y relacionar las arcadas dentarias. De ahí la importancia del diagnóstico miofuncional y la educación neuromuscular en ortodoncia, ya que es necesario normalizar el problema funcional que existe para conseguir un correcto equilibrio de la oclusión al final del tratamiento.

La electromiografía (EMG), se define como la grabación y estudio de las propiedades eléctricas intrínsecas del músculo esquelético a través de la superficie por medio de electrodos, permite el estudio de las señales eléctricas de las fibras musculares durante su contracción y registra los cambios de las unidades motoras. El estudio electromiográfico permite observar los potenciales de acción de forma espontánea presentes en un músculo o inducidos por contracciones voluntarias, por medio de un osciloscopio de rayos catódicos.

Es importante conocer las maloclusiones desde el punto de vista muscular; así mismo, es necesario tener un método fiable de diagnóstico, por tal motivo el presente estudio propone el uso de análisis electromiográfico para el diagnóstico y durante el tratamiento ortodóntico.

La Electromiografía funciona como principal medio de tamizaje miofuncional en Ortodoncia para detectar la discrepancia óseo-dental, reflejada en la disfunción neuromuscular, lo que induce a cambios en las diferentes estructuras estomatognáticas. Con base a esto también podremos evaluar la mecánica de tratamiento ortodóntico, monitoreando los cambios provocados en la actividad

eléctrica muscular en 10 pacientes con maloclusión clase II y clase III de Angle, previo y durante todo el tratamiento de ortodoncia.

El presente trabajo corresponde a un estudio piloto de la Especialización en Ortodoncia de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, realizado en conjunto con el Laboratorio de Fisiología del Posgrado de Odontología (UNAM), durante el periodo comprendido de enero 2015 a julio del 2016.

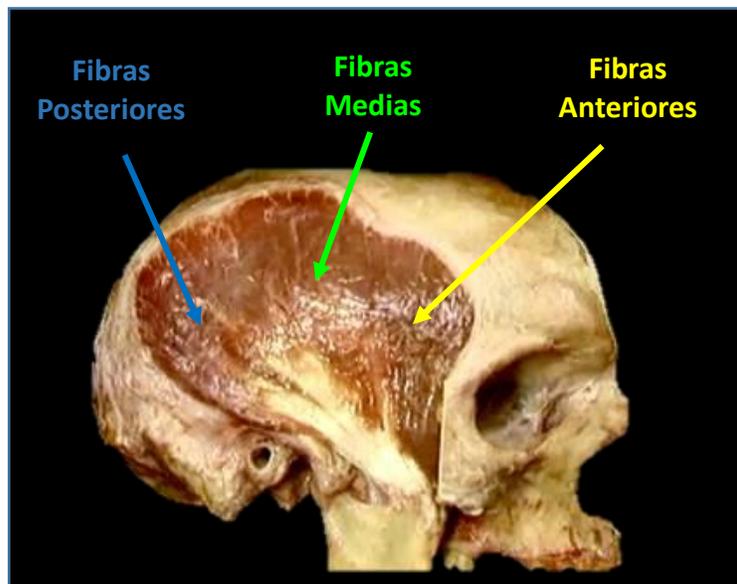
III. Antecedentes

1. Anatomía de los músculos de la masticación

La contracción muscular es el mecanismo que origina el movimiento mandibular y genera las fuerzas craneomandibulares y está íntimamente relacionada con la actividad dental.¹ Es útil dividir los músculos de la masticación en músculos posicionadores y músculos elevadores. Los músculos posicionadores son responsables de los movimientos horizontales de la mandíbula desde la relación céntrica. Los músculos pterigoideos laterales inferiores llevan los cóndilos hacia abajo y adelante y los músculos elevadores jalan la mandíbula hacia atrás y arriba.

a) Músculo Temporal

Tiene forma de abanico. Se origina en la fosa temporal y fascia que cubre al músculo y se inserta en el proceso corónides. Tiene fibras que se dirigen en diferentes direcciones: fibras anteriores (casi verticales); fibras medias (oblicuas) y fibras posteriores (casi horizontales). Si el músculo se contrae en conjunto, su acción global tracciona el proceso corónides hacia arriba y eleva la mandíbula cerrando la boca. Si solo se contraen las fibras posteriores, el resultado es un desplazamiento horizontal del proceso corónides en sentido posterior que logra una retrusión mandibular.²

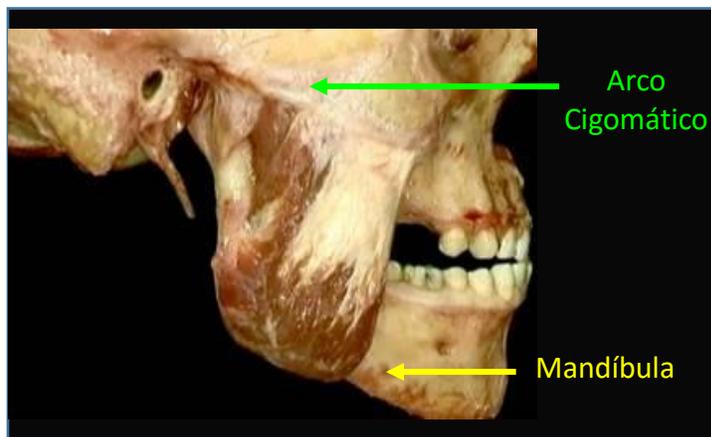


Modificado de: www.monografias.com

Figura 1. Músculo Temporal

b) Músculo Masetero

Es cuadrilátero, situado sobre la cara de la rama mandibular (Figura 2). Es el músculo masticatorio más potente, se origina en el arco cigomático. El haz superficial se origina en el borde inferior de los tercios anteriores del arco cigomático y sus fibras descienden y se dirigen ligeramente hacia atrás para insertarse en el ángulo mandibular.³ El haz profundo procede del borde inferior del tercio posterior del arco cigomático y sus fibras se orientan verticalmente. Su acción principal es la elevación de la mandíbula.

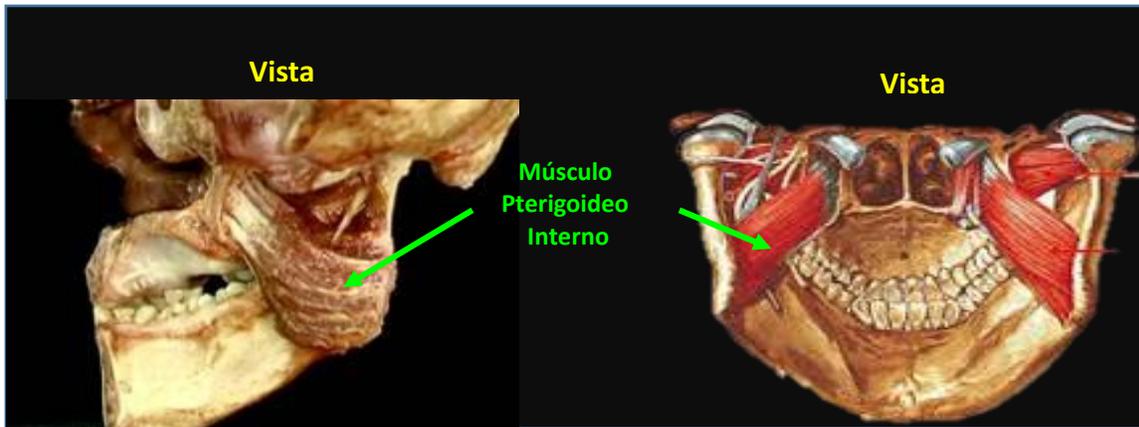


Modificado de: www.monografias.com

Figura 2. Músculo Masetero

c) Músculo Pterigoideo interno (Medial)

Posee dos orígenes. El más amplio se ubica en la cara medial de la lámina pterigoidea lateral de la fosa pterigoidea, así como en una pequeña área del hueso palatino en el extremo inferior de las láminas pterigoidea medial y lateral (Figura 3). El origen más reducido se encuentra procediendo de la tuberosidad del maxilar, detrás del tercer molar.⁴ Todas las fibras se dirigen hacia abajo y hacia atrás y hacia afuera para insertarse en el lado interno de la rama mandibular. Se origina en la fosa pterigoidea. Se inserta en la parte interna del ángulo mandibular. Su acción consiste en elevar y retroceder la mandíbula.

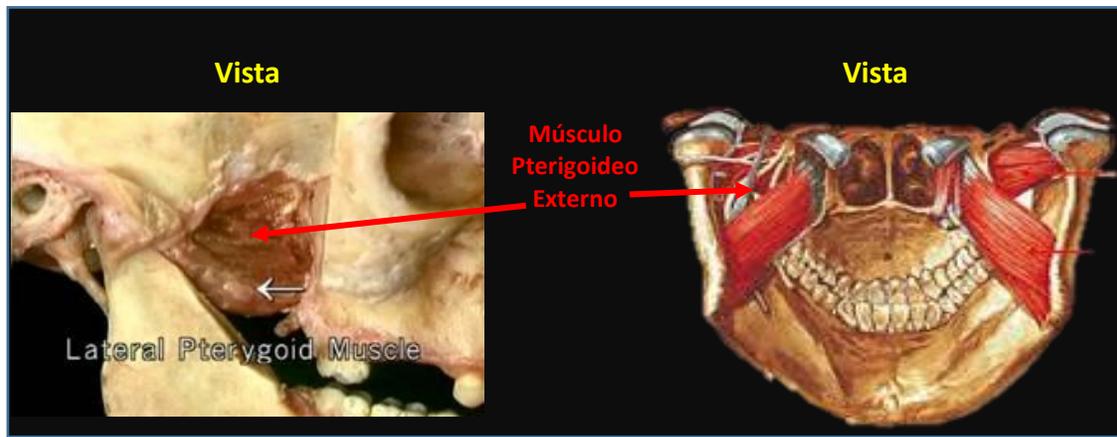


Modificado de: <http://www.es.acland anatomy.com>

Figura 3. Músculo Pterigoideo Interno (Medial)

d) Músculo Pterigoideo externo (Lateral)

Tiene dos haces, el superior surge de la cresta infra temporal del ala mayor del esfenoides; el inferior procede de la cara lateral de la lámina pterigoidea lateral, justo enfrente del origen del pterigoideo interno (Figura 3). Las fibras de ambos orígenes se dirigen horizontalmente en sentido posterior. El haz superior se inserta en el ala mayor del esfenoides. El haz inferior se inserta sobre la cara externa del ala externa de la apófisis pterigoides (Figura 4). Ambos haces se dirigen a la fosita pterigoidea del cóndilo mandibular.⁵



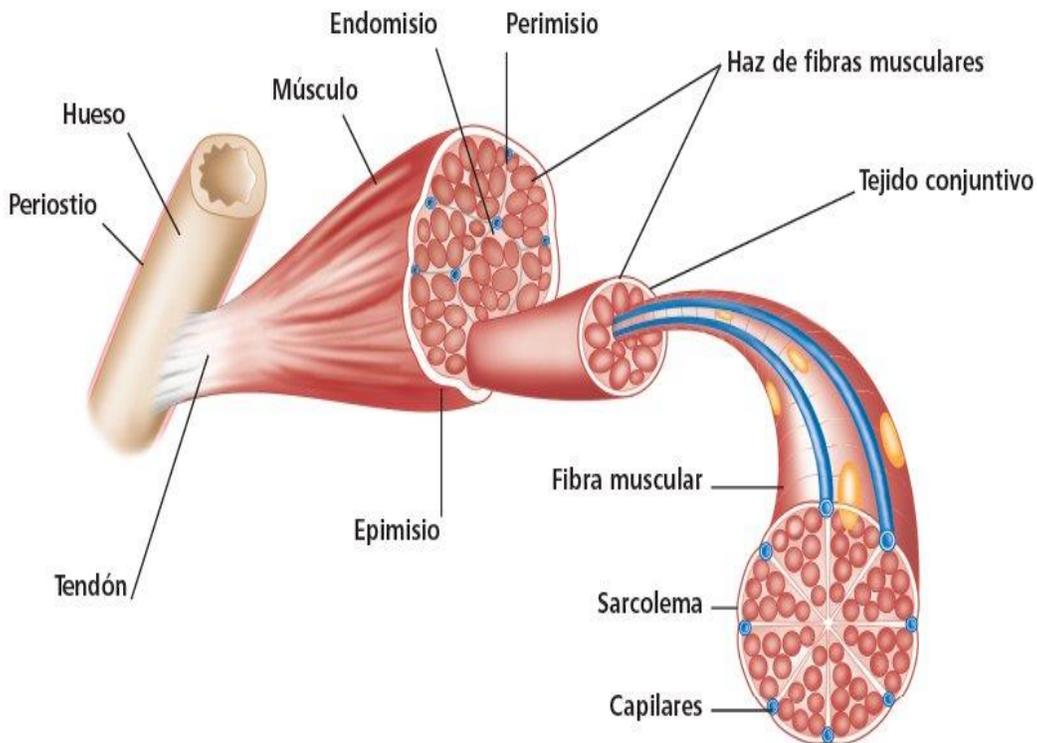
Modificado de: <http://www.es.acland anatomy.com>

Figura 4. Músculo Pterigoideo Externo (Lateral)

2. Fisiología de los músculos de la masticación

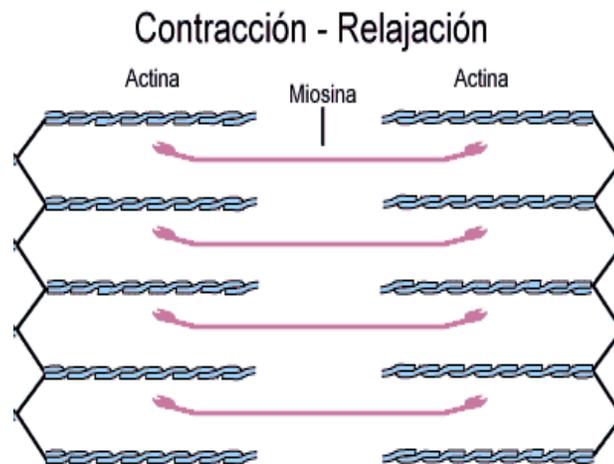
Un músculo, es un haz de fibras, cuya propiedad más destacada es la contractilidad. Está formado por fibras musculares estriadas, organizadas histológicamente en paquetes (haces), envueltos por un tejido conectivo llamado perimisiso. Todos los haces se van reuniendo en paquetes, hasta conforman finalmente una estructura que une a todas las fibras del músculo, envuelta por una capa de tejido conectivo llamada epimisiso. Cada haz está conformado por miles de fibras, perfectamente separables porque cada una está envuelta por su propia capa de tejido conjuntivo llamada endomisiso.⁶

En el interior de cada fibra se encuentran las miofibrillas segmentadas en una estructura histológica conocida como sarcómero (Figura 5). Estos sarcómeros, unidos en serie, se observan a todo lo largo de la fibra muscular, y son la unidad funcional en la contracción. Cada sarcómero está separado de su vecino por un disco, o banda, que se ha denominado Z, la cual "corta" la miofibrilla en unidades funcionales



Tortora, Principios de Anatomía y Fisiología, Panamericana, 11° edición, 2013
Figura 5. Organización microscópica del músculo esquelético

Cada sarcómero está envuelto por una membrana, con propiedades de transporte químico y eléctrico, llamada sarcolema. La miofibrilla tiene 4 componentes básicos que en conjunto producen la contracción: La actina (filamento delgado); la miosina (gruesas, en forma de "palo de golf") ambas dispuestas en paralelo entre sí, la tropomiosina y la troponina, tienen una función reguladora en la formación de los contactos (puentes) y su ruptura, en la contracción y relajación, respecto de la actina y la miosina (Figura 6).⁷



<http://www.monografias.com>

Figura 6. Transporte químico y eléctrico de las fibras musculares

La proporción de los diferentes tipos de fibras, están condicionada por la genética y el entrenamiento. Asimismo, la influencia neurológica también es importante en las propiedades contráctiles (Figura 7). Experimentos demuestran como el tipo de entrenamiento modifica a las fibras; así como experimentos con electro estimulación demuestran la plasticidad de los haces de fibras para transformarse. No obstante, el reposo prolongado, tiende a revertir tales modificaciones.⁸

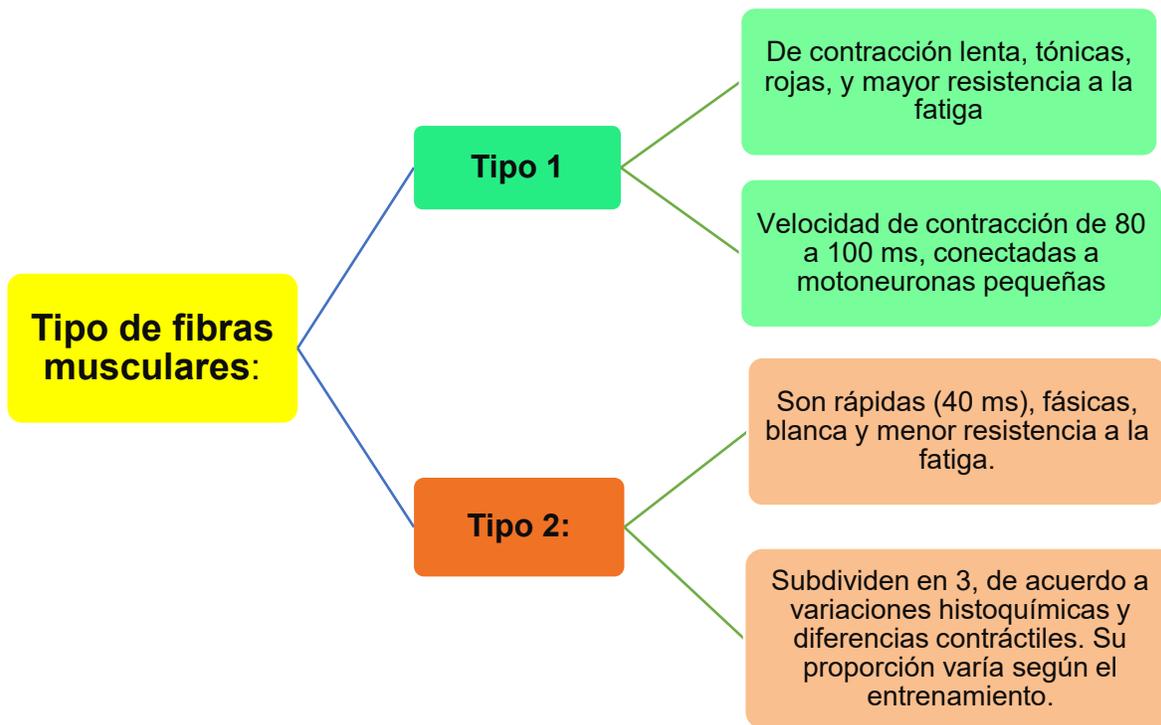


Figura 7. Clasificación de fibras musculares

3. Función muscular masticatoria

Los músculos masticatorios, como un conjunto de músculos accesorios que componen el complejo neuromuscular del aparato masticatorio están encargados de proporcionar primariamente, una fuerza motora a la mandíbula. Tal fuerza representa una activación de las fibras musculares, produciéndose una contracción o un estado de relajación. Las contracciones pueden ser isométricas (músculo se tensa, mas no se acorta) o isotónicas (existe tensión y acortamiento muscular).⁵

Los músculos de cierre de la mandíbula tienen un alto grado de plasticidad filogenético, proporcionan la fuerza detrás del sistema óseo especializado diseñado para la adquisición y la masticación de los alimentos (Figura 8). Las exigencias funcionales en estos músculos dependen en gran medida del estilo de vida, la dieta y los hábitos alimenticios, al ser mucho más variable entre las especies en comparación con las demandas de locomoción. Por lo tanto, las características de

Los cuatro tipos de fibras que se encuentran en los músculos locomotores pueden no siempre ser adecuada para el cierre de la mandíbula.⁹

Las propiedades morfológicas y fisiológicas se adaptan gracias a dos factores:

1. La maduración del sistema nervioso central con el objeto de sustentar nuevas funciones orales, comenzando con movimientos simples y progresando consecutivamente; y
2. El crecimiento de la estructura craneomandibulares junto con el surgimiento de nuevas superficies articulares para recibir fuerzas.

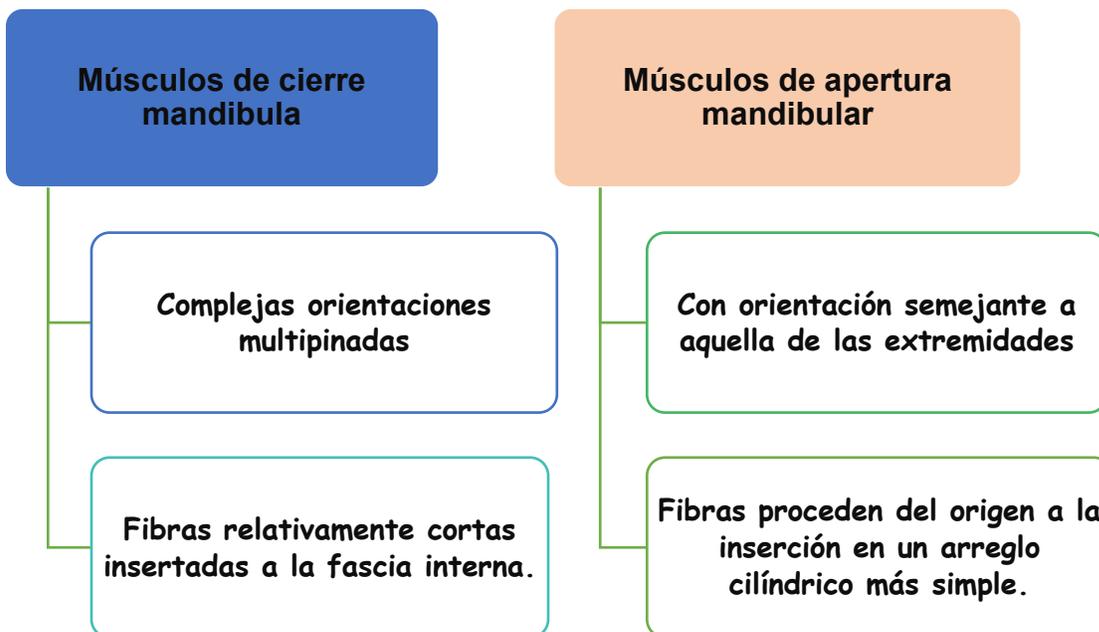


Figura 8. Grupos de músculos mandibulares

Una fibra muscular posee un tipo de aparatología contráctil, capaz de convertir la energía eléctrica en el trabajo mecánico (en movimiento). Cuando ocurre una contracción una fibra muscular recibe un estímulo suficiente de un nervio motor apropiado. No obstante, cuando una fibra es estimulada reacciona de acuerdo a la ley de todo o nada, aunque no siempre la masa muscular presentará el mismo tipo de contracción, porque sus fibras son estimuladas de acuerdo a una función necesaria en un momento dado. Esta selectividad en el grado de contracción de un músculo esquelético es conocida como el principio del efecto gradual donde solamente un número de fibras musculares se activa para una función particular.

Por tanto, una fuerza de contracción presenta relación directa con el número de fibras activadas, siendo la relación de duración de contracción al relacionarse en la intensidad del estímulo nervioso y las condiciones metabólicas de las fibras al momento de contracción.⁸

4. Articulación Temporomandibular (ATM)

Las dos ATM forman una articulación funcional multilateral, unidas por el maxilar inferior. Desde el punto de vista funcional, existen dos articulaciones dentro de cada articulación temporomandibular; una superior y otra inferior, divididas por un menisco interpuesto entre ambas. La ATM superior se lleva a cabo entre la cavidad glenoidea del hueso temporal, la eminencia articular y el menisco. Es una articulación de deslizamiento, en la que sólo existe movimiento de la misma. La ATM inferior es una articulación giratoria, con movimientos de rotación (aunque se prefiere hablar de movimientos de rodamiento, ya que ese es el movimiento de una esfera en un plano).

El techo de la cavidad glenoidea temporal es muy delgado, por lo que esta zona no resiste la presión, y que el cóndilo no se articula en él. El fibrocartílago que tapiza el vientre posterior de la eminencia articular es duro y firme; éste representa el tejido fibroso adaptado a las presiones funcionales de la articulación temporomandibular.¹⁰

a) Anatomía de la Articulación Temporomandibular

La ATM se diferencia de las demás articulaciones en que sus superficies articulares no están cubiertas por cartílago hialino; están cubiertas por una capa de tejido fibrocartilaginoso, capaz de soportar presión (lo que explica por qué es a vascular). Tampoco presenta inervación, lo que indica que es un tejido que se adapta bien a las compresiones (Figura 9).

- Cóndilo mandibular

El cóndilo mandibular tiene cabeza y cuello. La cabeza es convexa en todos sentidos, especialmente en sentido anteroposterior. Su superficie superior es la que articula con el temporal. Su eje longitudinal es perpendicular a la rama mandibular.

- Cavidad glenoidea

La porción escamosa del hueso temporal, es cóncava tanto en sentido transversal como en sentido anteroposterior, mientras que la eminencia articular es cóncava en ambos sentidos. Desde el punto de vista funcional, la cavidad mandibular o glenoidea, solo sirve de receptáculo para el cóndilo. La parte superior está constituida por la superficie cóncava superior del menisco interarticular y el cóndilo de la mandíbula.¹¹

- Eminencia articular

Es el tubérculo del hueso temporal forma el límite anterior. El cóndilo mandibular y el menisco, se mueven delante de la eminencia articular cuando la apertura bucal es normal. Su forma previene la luxación y la subluxación de la ATM.

- Menisco interarticular

Es una placa oval de fibrocartílago que divide la ATM en mitad superior y otra inferior. En su parte central es más delgado que en sus márgenes, donde el tejido fibroso es más denso (zona donde se aplica presión de la cabeza del cóndilo y la eminencia articular), siendo esta parte avascular y sin inervación. Básicamente, el menisco estabiliza al cóndilo en reposo, nivelando las superficies dispares del cóndilo y la cavidad glenoidea, también actúa como amortiguador de presión en las áreas de contacto de la articulación, en los movimientos de deslizamiento cuando el cóndilo se mueve y ayuda a evitar el desgaste que se produce en los movimientos de translación (rodamiento y deslizamiento) de las superficies articulares de la ATM.

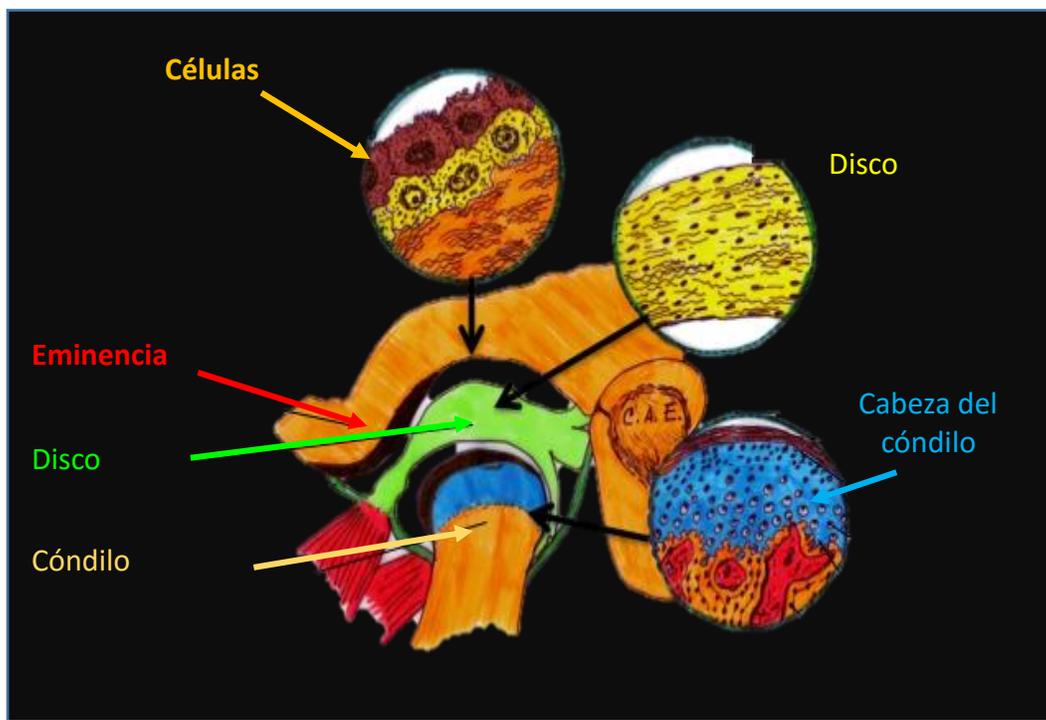
- Cápsula articular

Es una cápsula fibrosa que se inserta en el temporal y en la mandíbula (cuello del cóndilo). La cápsula es laxa, pero lateralmente está reforzada por el ligamento temporomandibular, que la tensa. La membrana sinovial tapiza la cápsula de la ATM y los bordes del menisco y es abundante en los sectores vascularizados e inervados de la superficie superior e inferior de la almohadilla retrodiscal. Las regiones que

soportan presión en la articulación no están cubiertas por sinovial; éstas son las superficies articulares.¹¹

- Disco Articular

Interno a la capsula articular e interpuesto entre cavidad glenoidea del hueso temporal y la cabeza articular del cóndilo mandibular, se encuentran un disco interarticular o menisco. Tiene una forma elíptica y separa herméticamente las dos cavidades articulares: una propiamente temporal y otra condilar. Posteriormente la lámina superior del disco articular está adherida al hueso temporal. La lámina inferior es fina y se inserta medialmente en la fascia del músculo pterigoideo externo. Lateralmente esta insertada sobre el cuello del cóndilo mandibular y sobre el mismo cóndilo. En la región posterior está presente el tejido conectivo con lóbulos adiposos, un plexo venoso y fibras nerviosas derivadas del nervio auriculotemporal.¹²



Modificado de: <http://academico.upv.cl/doctos/PEDF>
Figura 9. Anatomía e histología de la ATM

b) Ligamentos de la ATM

- Ligamento temporomandibular

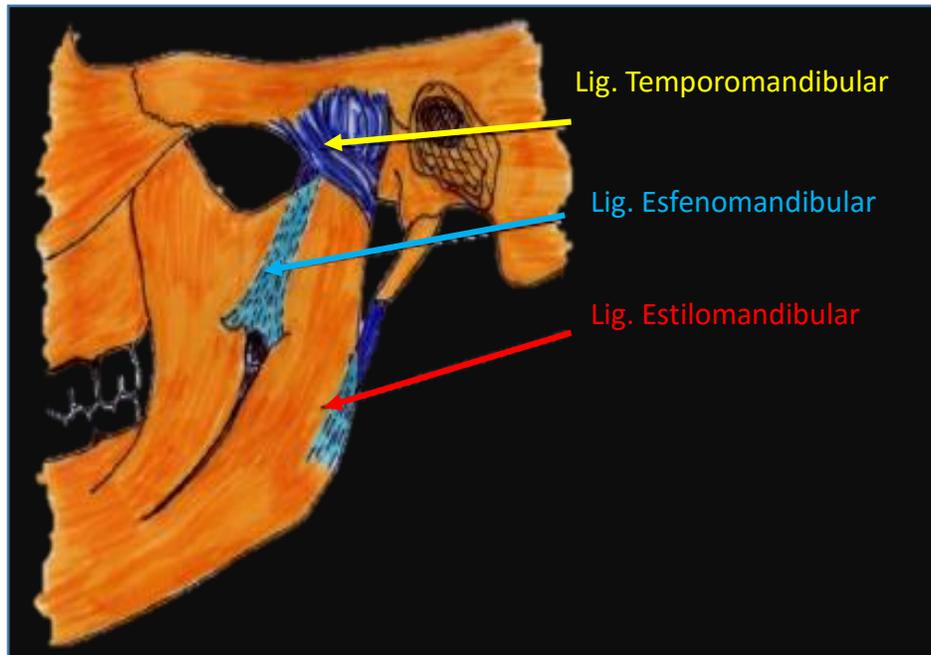
Es el medio de unión más importante y se dispone por fuera de la cápsula fibrosa, insertándose por encima de la tuberosidad cigomática para terminar en la cara postero interna del cuello del cóndilo mandibular (Figura 10). Se considera como ligamento colateral, ya que sus fibras están orientadas de tal manera que en todo movimiento mandibular, siempre se mantiene en un estado intermedio entre tenso y relajado, por lo que este ligamento no restringe el movimiento de la ATM, dando estabilidad a la articulación.¹³

- Ligamento esfenomandibular

Es una banda de tejido fibroso que une las apófisis pterigoides del esfenoides con la mandíbula por su parte interna (Figura 10).

- Ligamento estilomandibular

Es una banda fibrosa que une la apófisis estiloides del temporal con la mandíbula, bajo la inserción del ligamento esfenomandibular. Los dos últimos ligamentos son considerados accesorios por naturaleza, ya que no tienen función aparente; sin embargo, se dice que el ligamento esfenomandibular tiene mucha relación con el movimiento de la articulación.¹³



Modificado de: <http://academico.upv.cl/doctos/PEDF>

Figura 10. Ligamentos de la ATM

5. Regulación del movimiento mandibular

a) Tono Muscular

Las superficies articulares de la ATM no tiene fijación ni unión estructural, pero es preciso que se mantenga constantemente el contacto para no perder la estabilidad de los músculos que fraccionan desde la articulación, incluso durante el reposo. Estos músculos se encuentran en un estado leve de contracción que se denomina tono muscular (TM).⁵

El TM permite la estadística del conjunto corporal, haciendo más eficaz la respuesta al estímulo nervioso. Es el origen reflejo, expresándose primariamente a nivel nervioso, a partir del reflejo de estiramiento. En la mandíbula se contrapone a la fuerza de gravedad manteniéndola en reposo, para que no produzca fatiga. Por la continuidad del esfuerzo es posible que haya agrupamiento especializado de algunas fibras o de todas las fibras intervengan, por grupos y fases sucesivas y asincrónicas, según el reclutamiento.⁶

6. Receptores Sensoriales en los músculos

a) Huso Neuromuscular

Los receptores sensoriales, están ubicados en toda la masa de los músculos estriados, se estimulan ante estiramientos fuertes de los músculos. Se encargan de medir la longitud (grado de estiramiento) del músculo, el grado de estimulación mecánica y la velocidad con que se aplica el estiramiento mandando la información al SNC.⁶ Su función es la inhibición de la musculatura antagonista al movimiento producido (relajación del antagonista para que el movimiento se pueda realizar de forma eficaz). Los husos proporcionan información al SNC que se traduce en una contracción refleja del músculo denominado reflejo miotático o de estiramiento, que sería un reflejo de protección ante un estiramiento brusco o excesivo. La información que mandan los husos musculares al SNC también hace que se estimule la musculatura sinergista al músculo activado, ayudando a una mejor contracción.

El reflejo miotático consiste en que al estirar un músculo éste responde con una contracción que se opone al estiramiento. El receptor de este reflejo son los husos musculares que tienen en su interior fibras musculares modificadas denominadas fibras intrafusales.¹¹

Las fibras intrafusales tienen una zona central de donde salen axones aferentes sensoriales. Cuando el músculo es estirado se estira la parte central de las fibras intrafusales y se estimulan los axones sensoriales. En un huso suele haber 2 fibras intrafusales de núcleo de bolsa (denominadas 1 y 2) y 4 o 5 fibras intrafusales de núcleos en cadena. (Figura 11)

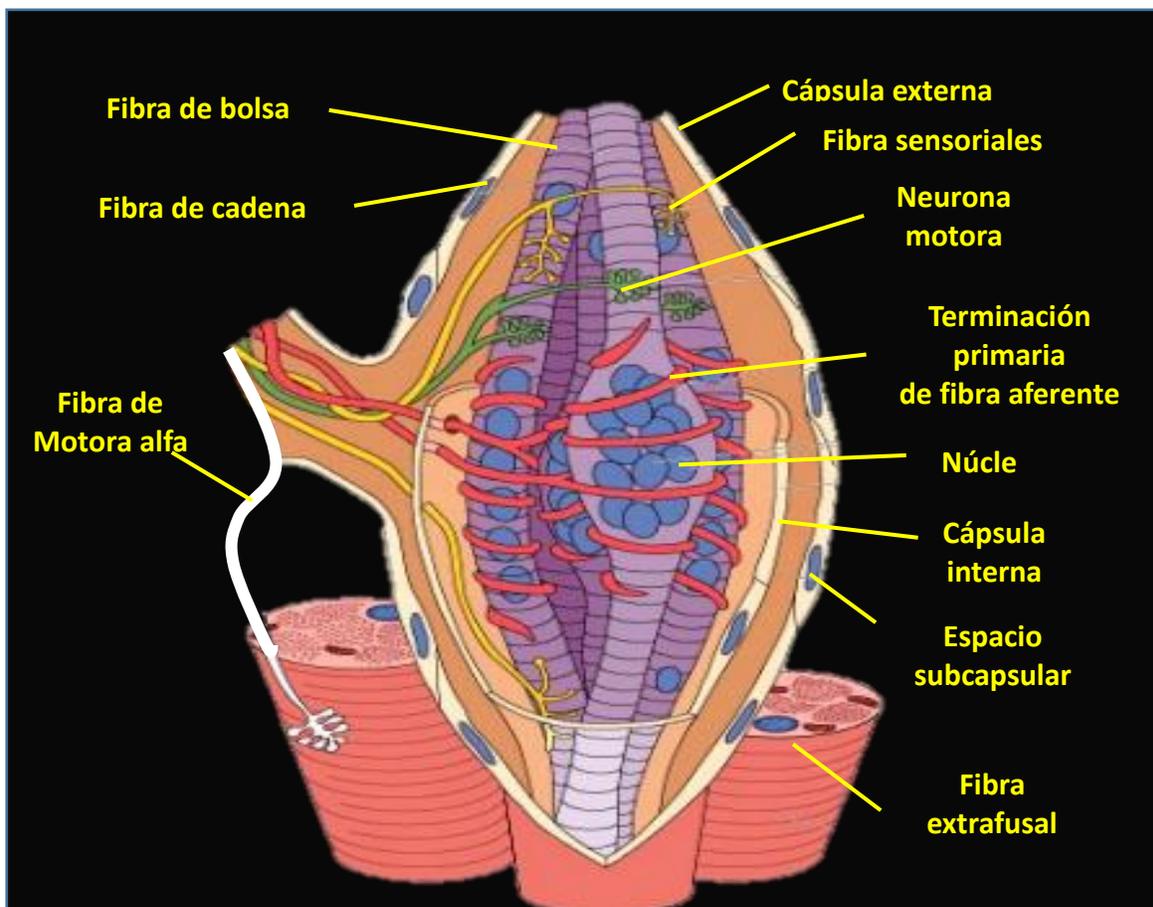
- Receptores fascicos: se adaptan rápidamente, receptores es que generan cambios y respuestas rápidas.
- Receptores tónicos: tardan en adaptarse, pero tienen estímulos prolongados, continuos y mantenidos.

Los husos musculares también reciben fibras eferentes motoras de tipo gamma (Figura 11). Estas fibras motoras actúan sobre las fibras intrafusales, producen contracción de las partes distales de estas fibras intrafusales aumentando la sensibilidad del huso al estiramiento.

b) Órganos Tendinosos de Golgi

Son receptores sensoriales encapsulados, a través de los cuales pasa un pequeño haz de fibras de tendones musculares. Estos órganos están situados proximalmente a las uniones de las fibras de los tendones con las fibras musculares.

Mientras que los husos musculares controlan la longitud de un músculo, estas estructuras son sensibles a la tensión en el complejo y como músculo – tendón y operan como un indicador de la intensidad del esfuerzo, un instrumento que percibe los cambios en la tensión. Su sensibilidad es tan grande que pueden reaccionar a la contracción de una sola fibra muscular (Figura 11). Estos receptores sensoriales son de naturaleza inhibitoria, llevando a cabo una función protectora, reduciendo las posibilidades de que se produzcan lesiones. Cuando son estimulados estos receptores inhiben los músculos que se contraen y excitan los músculos antagonistas.¹⁵



Modificado de: www.mdlatino.com /196

Figura 11. Regulación del movimiento mandibular: Vientre muscular, b) Huso neuromuscular, c) Órgano tendinoso de Golgi

7. Actividades reflejas relacionadas con los receptores sensoriales

Las actividades reflejas son desencadenadas por estímulos mecánicos más intensos, o cercanos al umbral nociceptivo, que actúan sobre los diferentes receptores de tacto y presión y finalmente dolor, los cuales se distribuyen en el territorio inervado por el trigémino. Los reflejos pueden producirse en respuesta a estímulos de estiramiento muscular que comprometen husos neuromusculares, o bien, a estímulos mecánicos menos intensos que actúan sobre los mecanos receptores periodontales o sobre receptores articulares.¹⁶

a) Reflejo Inhibitorio Maseterino

El Reflejo Inhibitorio Maseterino (RIM) se evoca mediante estimulación de diversos sitios intrabucales o extrabucales y durante contracción voluntaria de los músculos elevadores de la mandíbula; el principal fenómeno observado es un período de silencio u onda inhibitoria en el electromiograma de los músculos mencionados, cuya función es proteger las estructuras bucales y controlar la fuerza de mordida, seguida por una onda potenciadora que, en sujetos adultos sanos, siempre es menor que la inhibitoria.¹⁷

8. Disfunción Temporomandibular

Los tejidos de la articulación temporomandibular, así como las demás partes del sistema estomatognático (SE) se encuentran normalmente protegidos por reflejos nerviosos básicos y por el control neuromuscular a través de la coordinación de las fuerzas musculares. Por tanto, todo lo que pueda producir sobrecarga muscular repetitiva como las interferencias oclusales, los estados psíquicos como la frustración y la ansiedad, y los hábitos parafuncionales pueden ocasionar desórdenes funcionales del sistema, generalmente conocidos como trastornos temporomandibular (TTM).¹⁶

Los TTM, se refieren a un grupo de condiciones patológicas músculo - esqueléticas que involucran a la articulación temporomandibular, a los músculos masticatorios o a ambos. Estos trastornos se caracterizan por una tríada de signos y síntomas entre los que se identifican el dolor y la sensibilidad a la palpación de la articulación

temporomandibular (ATM) y/o de los músculos masticatorios, limitación de los movimientos mandibulares y sonidos en la ATM.

a) Etiología y epidemiología de los TTM

La disfunción de la ATM, también conocida como TTM o síndrome de Costen, es la causa de dolor facial más frecuente después del dolor de origen dental, así como de dolor preauricular con irradiación temporal y maxilar, de carácter crónico. Corresponde a un grupo heterogéneo de alteraciones relacionadas con los factores orgánicos, psicosociales y psicológicos que afectan al aparato masticatorio y reducen la calidad de vida de quienes lo presentan. Afecta preferentemente al género femenino (4:1), sobre todo entre los 20-40 años de edad y se estima que entre 40 y 75 % de la población presenta al menos un signo de TTM (movimiento anormal de mandíbula, chasquidos o ruidos con la movilización).¹⁸

La etiología de los TTM ha generado controversias y conflictos, así como múltiples hipótesis que pretenden explicar su aparición. Sin embargo, se acepta que es multifactorial, con un fuerte componente biopsicosocial. Las razones para esto, son complejas e, indudablemente, son el resultado de muchos factores que incluyen la historia natural de la enfermedad misma y de la aplicación de la evidencia científica, entre otros.¹⁷ También se destaca que esta entidad patológica constituye un problema de salud significativo, ya que se presenta con una prevalencia comparable a otras enfermedades dentales importantes. Según el estudio epidemiológico realizado por Corsini et al. 2009, aproximadamente 75% de la población presenta al menos un signo clínico de disfunción asociado con TTM y 33% de la población tiene por lo menos un síntoma; de éstos, uno de cada cuatro sujetos está consciente o lo informa. Los TTM se caracterizan por el dolor y/o disfunción del aparato estomatognático.¹⁹

Los TTM se pueden subdividir en muscular y articular, las diferencias entre estos dos son a menudo difíciles de detectar debido a que los trastornos musculares pueden imitar trastornos articulares y ambos pueden coexistir.

- Trastornos Musculares: Mialgia, Fibromialgia, Contractura, Tendinitis, Lesiones de latigazo cervical.

- Trastorno Articular: Sinovitis, Capsulitis, Derrame articular, Trauma/fractura, Trastornos internos, Artritis, osteoporosis, osteoartritis, Neoplasias

b) Férula oclusales

Las férulas oclusales son aparatos removibles elaborados normalmente con resina dura de acrílico, que se ajustan la mayoría de las veces sobre las piezas dentarias del maxilar superior para establecer un determinado esquema oclusal. Este tratamiento, considerado no invasivo y reversible, puede ser útil para tratar a quienes presentan TTM, dado su efecto beneficioso, reparador y relajante sobre las estructuras del sistema estomatognático, razón por la cual ha sido validado su uso en la comunidad odontológica.¹³ En estos casos, el éxito o fracaso depende del tipo de aparato elegido, de la fabricación y el ajuste, así como de la colaboración de los afectados. Las complicaciones más frecuentes son la férula de relajación muscular y la de reposicionamiento anterior. La primera la indica el odontólogo cuando necesita reducir la actividad muscular; la segunda se utiliza para cambiar la posición de la mandíbula respecto al cráneo.²⁰

También existen otros tipos de férulas oclusales, tales como el plano de mordida anterior, el de mordida posterior, la férula de pivotación y la blanda o estética.¹⁸ Las férulas oclusales reducen los síntomas y signos de los TTM, al alterar el estado oclusal habitual del paciente; mejoran la posición condílea, al aumentar la dimensión vertical de este y proporcionan de manera temporal una situación oclusal que permite a las articulaciones adoptar una posición más estable desde el punto de vista ortopédico. Por otra parte, ayudan a establecer en el paciente un estado oclusal óptimo que reorganiza la actividad refleja neuromuscular; reducen la actividad muscular anormal, a la vez que protegen las estructuras dentarias y de sostén de fuerzas anormales que pueden desgastarlas y /o alterarlas.

Se puede clasificar a las férulas en tres tipos: Oclusales, Permisivas y Directrices. Las férulas oclusales se pueden clasificar como sigue: según función (para la relajación muscular, reposicionadores mandibulares, planos reductores, distractores y protectores), según propósito terapéutico (con modificación

terapéutica programada de la posición condilar y sin esta), según cobertura (parcial o total) y según dureza (rígidos, semirrígidos y resilentes).

Las Férulas permisivas: permiten el libre movimiento de la mandíbula según el contacto con los dientes antagonistas y su misión es dirigir los cóndilos a una posición músculo esquelético más estable (relación céntrica). Estas tienen diseños muy heterogéneos y existen diferentes tipos: férulas blandas, de dimensión vertical, neuromiorrelajantes, así como miorrelajantes o de tipo Michigan.²¹

Férulas directrices: se usan para tratar a pacientes con trastornos de alteración discal, fundamentalmente cuando el menisco se encuentra adelantado o luxado, lo cual provoca chasquido al movimiento de apertura o, incluso, bloqueos. Su misión es posicionar la mandíbula en una posición protrusiva para que el cóndilo pueda relacionarse con el disco, en vez de quedarse situado en una posición posterior a él. Estas se fabrican con acrílico transparente y se pueden situar en la arcada maxilar o mandibular, pero su posicionamiento en la arcada maxilar es más cómodo y estético para el paciente. Entre los principales tipos figuran las férulas de mordida anterior y las de plano de mordida posterior (GELB o MORA). Si actúan como protectores de los dientes para evitar los desgastes y abrasiones se denominan placas protectoras; si actúan y cumplen la función de relajación muscular y reposición mandibular, se nombran placas reposicionadoras. El uso de placa ayuda a eliminar contactos o interferencias oclusales y se obtiene así una relación armónica entre oclusión de articulaciones temporomandibulares y el sistema neuromuscular. La placa mantenedora puede utilizarse de por vida en pacientes con bruxomanía crónica nocturna, siempre y cuando se controle permanentemente; la placa nocturna permanente, en aquellos que requieren tratamiento de restauración, pero no pueden realizarlo de forma inmediata.¹⁹

c) Férula Oclusal Fisiológica (FOF)

La férula fisiológica (FOF) es un dispositivo ortopédico diseñado específicamente para el control y evaluación de los TTMs del paciente que acude al Laboratorio de Fisiología de la Departamento de Posgrado e Investigación (DEPeI.)

Es una técnica diseñada por el equipo de trabajo del personal académico del Laboratorio de Fisiología para conocer el grado de alteración funcional muscular de

los pacientes que acuden con trastornos de la articulación temporomandibular. Se elabora con un acetato resiliente de 0.060 y sobre este con un recubrimiento de acetato rígido (PVC) de 0.080, termo moldeados (Vacum) sobre un modelo de estudio dental maxilar o mandibular (depende el caso), que corresponde a cada uno de los pacientes de estudio (Figura 12), considerando que este material cumple con las características requeridas que permiten adaptarse con mayor facilidad a la boca del paciente y también el poder incorporar material de acrílico autopolimerizable y ajustar dependiendo de las necesidades electromiográficas de cada paciente.²²



Figura 12 Férula Oclusal Fisiológica Vista Oclusal



Figura 12 Férula Oclusal Fisiológica Vista lateral derecha, frontal y lateral izquierda

d) Uso de la férula fisiológica como desprogramador neuromuscular previo al Tratamiento de ortodoncia

Una correcta y fiable posición mandibular es considerada uno de los factores básicos para obtener un diagnóstico correcto en ortodoncia. Uno de los métodos más comúnmente utilizados para determinar la posición mandibular verdadera

consiste en colocar una férula oclusal o férula fisiológica con la finalidad de desprogramar la musculatura y eliminar la adaptación neuromuscular.²²

La férula es colocada en boca y el seguimiento del paciente se lleva a cabo en aparatos que permiten monitorizar la posición condilar a través MCD (Measures Condyle Displacement) que permite registrar la utilizando el articulador AD2. Además de realizar un registró Electromiográfico para medir la actividad muscular de los músculos maseteros. Ambos nos permiten obtener una posición más exacta de la posición condilar y de su modificación con el uso de la férula. Los datos obtenidos son procesados con la finalidad de establecer un diagnóstico correcto de la relación del paciente (RP), que constituye un punto de partida para la elaboración de un plan de tratamiento correcto

La desprogramación estable por medio de Férula Fisiológica, tiene como misión obtener una reproducción de la oclusión mutuamente protegida. A través del conseguiremos puntos de contacto estables, bilaterales, simultáneos y de igual intensidad de las cúspides de soporte de cada una de las piezas dentarias antagonistas.

El objetivo es producir una total desprogración de neuromuscular para lograr la posición condilar más asentada y con ellos la verdadera posición mandibular, punto de partida de cualquier tratamiento ortodóntico y Ortognática.²¹

Las férulas oclusales ocupan un lugar de privilegio en el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de la patología del sistema estomatognático, con un doble papel: el de terapia de la disfunción de la articulación temporomandibular y, además, como método diagnóstico o estabilizador en el tratamiento ortodóntico (Figura 13).

Como consecuencia del uso de la férula se obtendrá una serie de contactos entre las piezas y la superficie de la férula que deberán ser bilaterales, simétricos y de igual intensidad, acompañados de guías de lateralidad y protrusión que evitarán los contactos en las zonas posteriores tanto en su lado de trabajo como de balanceo; esto es lo que se conoce como oclusión mutuamente protegida resultado de esta estabilización es el asentamiento mandibular, modificando la relación maxilomandibular al producirse un cambio entre máxima intercuspidación y relación

céntrica, pudiendo establecer un correcto diagnóstico para nuestra planificación ortodóncica. Habitualmente la máxima intercuspidad.²⁴



Figura 13. Férula Fisiológica Cara Oclusal en Paciente Femenino 24 años con trastorno temporomandibular.

9. Electromiografía

En la última década existe una permanente búsqueda de métodos cuantitativos reproducibles y de fácil implementación que ayuden en el diagnóstico a nivel craneofacial. En la literatura podemos agrupar en el área craneofacial técnicas destinadas a medir variables mecánicas, químicas o eléctricas del comportamiento de los tejidos del complejo craneomandibular.

La electromiografía (EMG), como método para evaluar la actividad muscular ha sido ampliamente utilizada pero las diferentes metodologías reportadas y la rápida implementación del análisis derivado de las ingenierías, han provocado una dificultad adicional en la interpretación de los datos y a los lectores principiantes

De todos los métodos electrofisiológicos para el estudio de la actividad muscular el más conocido es la electromiografía (EMG), conociéndose como tal al conjunto de técnicas y procedimientos electrofisiológicos 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

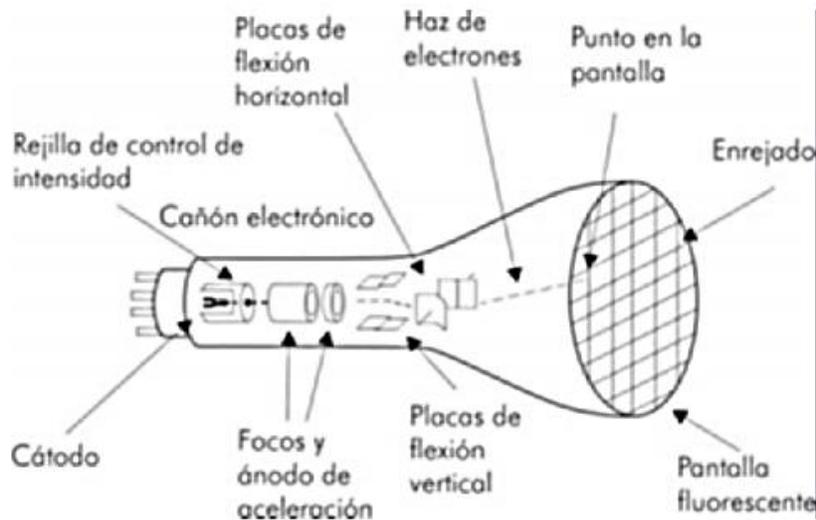
musculares como expresión de la despolarización de las membranas celulares durante la contracción.²⁵

a) Antecedentes y Desarrollo histórico de la Electromiografía

Hanault propone como pioneros en el registro la Electromiografía (EMG) Du Bois Reymond, quien en 1849 fue el primero en demostrar la actividad eléctrica del músculo humano durante la contracción voluntaria, y posteriormente Adrian y Bronk, quienes en 1929 utilizaron la EMG para estudiar la organización funcional de los movimientos, en el diagnóstico diferencial de las atrofas neurógenas y miógenas proporcionando la primera evidencia de las posibilidades diagnósticas de la EMG. En 1850 los avances de la electricidad en los seres vivos llevaron a Von Helmholtz, du Bois Reymond y a Julius Bernstein a la demostración de los potenciales de acción y, posteriormente por medio de las técnicas experimentales realizada por el médico inglés Richard Caton para medir la actividad eléctrica del cerebro, el descubrimiento, la actividad eléctrica del cerebro, la electroencefalografía, sentando los fundamentos de las Neurociencias. Sin embargo, es hasta 1924 cuando el fisiólogo alemán Hans Berger (Figura 14) logra el primer registro electroencefalográfico de un humano sin procedimientos quirúrgicos invasivos, identificando los dos ritmos principales.²³

Con la invención del osciloscopio (Figura 15) de rayos catódicos (por el físico inglés William du Bois Dudell en 1908 y el físico alemán Karl Ferdinand Braun en 1909) por los fisiólogos alemanes Herbert Gesser y Joseph Erlanger (Premio Nobel 1944), y del tubo al vacío por el físico inglés Walter Fleming en 1904, se basa en la incidencia de un haz de electrones sobre una pantalla donde magnéticamente se desvía el haz de luz entre punto y punto, permitiendo variar la ubicación de la incidencia del haz sobre la pantalla fluorescente. Con su evolución fue posible obtener diversas figuras y aplicaciones en todos los campos de medición de parámetros electrofisiológicos, tanto científicos como médicos (métodos terapéuticos y de diagnóstico) y en otras áreas del quehacer humano como sus aplicaciones en la industria y variados campos, continuando con estos mismos principios en la imagenología y la electrónica moderna

Para el año de 1920 Pratt, comenzó a demostrar que la magnitud de la energía asociada con la contracción del músculo se debía al reclutamiento de fibras de músculos individuales. En la década de 1920, Gasser y Erlanger utilizaron el osciloscopio de rayos catódicos recién inventado para mostrar las señales de los músculos, esta hazaña les valió el Premio Nobel en 1944.²⁵



<http://www.gayatlacomulco.com/tutorials/>

Figura 15. Osciloscopio de rayos catódicos

b) La Fisiología en el uso de la Electromiografía

Una electromiografía es un amplificador de alta ganancia (amplifica entre 200 y 5000 veces la señal del músculo), con selectividad para frecuencias en el rango de 1-2 kHz, de ahí la señal electromiográfica también se pueda definir como el registró de la suma temporal de las señales eléctricas de fibras musculares que disparan.

La EMG permite el estudio de las señales eléctricas que se originan cuando se despolariza la membrana de las fibras musculares durante su contracción y registra los cambios en el potencial de acción de las unidades motoras. Las fibras musculares son inervadas por una fibra nerviosa que se denomina unidad motora. En general los músculos pequeños que reaccionan rápidamente y cuyo control debe ser exacto tiene más fibras musculares (músculos masetero). Por el contrario, los músculos grandes que no precisan de un control fino tienen más fibras musculares en una unidad motora.

Las fibras musculares de todas las unidades motoras no están agrupadas entre sí en el músculo, sino que se superponen a otras unidades motoras en microfascículos de 3 a 15 fibras.

Durante la contracción normal de una fibra muscular, se genera un potencial eléctrico en minutos, que se disipa en el tejido circundante, a esto se define como el Potencial de la Unidad motora. La duración del potencial de acción asociado con esta contracción es alrededor de 1-2 mili segundos, o incluso 4 milisegundos. Puesto que todas las fibras musculares de una unidad de motora no se contraen exactamente al mismo tiempo, el potencial eléctrico desarrollado por el único tic de todas las fibras en la unidad de motor se prolonga. La mayoría de estos potenciales motor de unidades tiene una amplitud de alrededor de 0.5 μV , esto se conoce como una corriente acción o un potencial de acción. La corriente generada es tan pequeña que debe ser amplificada| muchos miles de veces para ser grabados. Por medio de un electromiograma se puede obtener una imagen relativamente precisa de la actividad muscular en diversas condiciones funcionales.²⁴

c) Mecanismo General de la Electromiografía

La contracción muscular esquelética se lleva a cabo por un estímulo nervioso, que genera un potencial de acción que se extiende por el sarcolema y a lo largo de la red de túbulos-t. La señal atraviesa la unión de la triada e induce la liberación de Ca^{+2} del retículo sarcoplásmico al sarcoplasma, el cual interacciona con los sarcómeros de la fibra muscular e induce a la contracción.

Para contraerse, el músculo necesita de energía en forma de ATP. El ciclo de interacciones celulares es el siguiente (Figura 16):

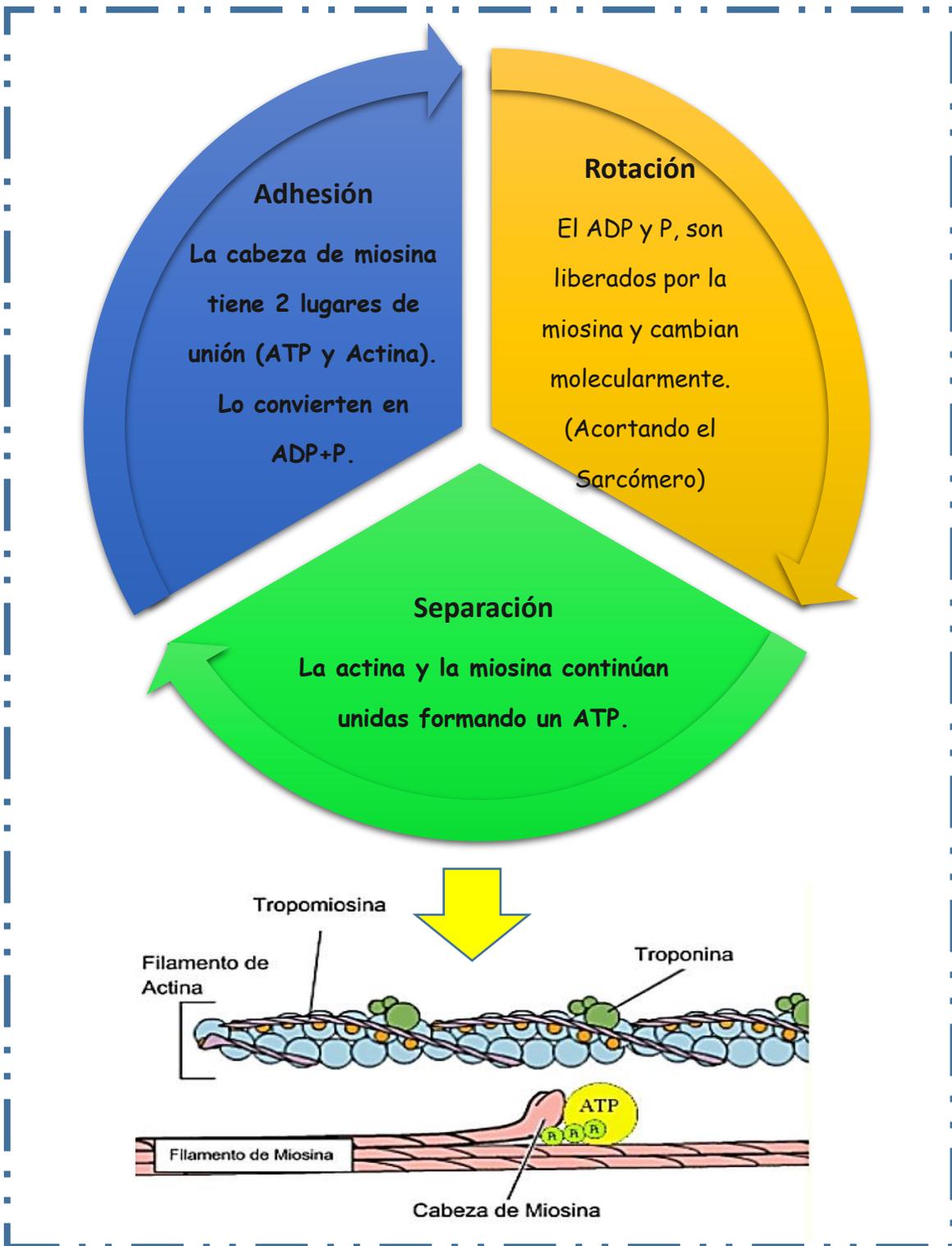


Figura 16. Ciclo de contracción muscular y Animación de contracción muscular

Durante la contracción muscular, este ciclo puede repetirse entre 30 a 100 veces en un segundo (Figura 16). Un músculo normal en reposo no muestra ninguna actividad eléctrica, pero cuando existe alguna actividad voluntaria leve se observan potenciales de acción en la unidad motora. El potencial de acción de la unidad motora se obtiene al examinar el músculo mediante electrodos de aguja o superficie.

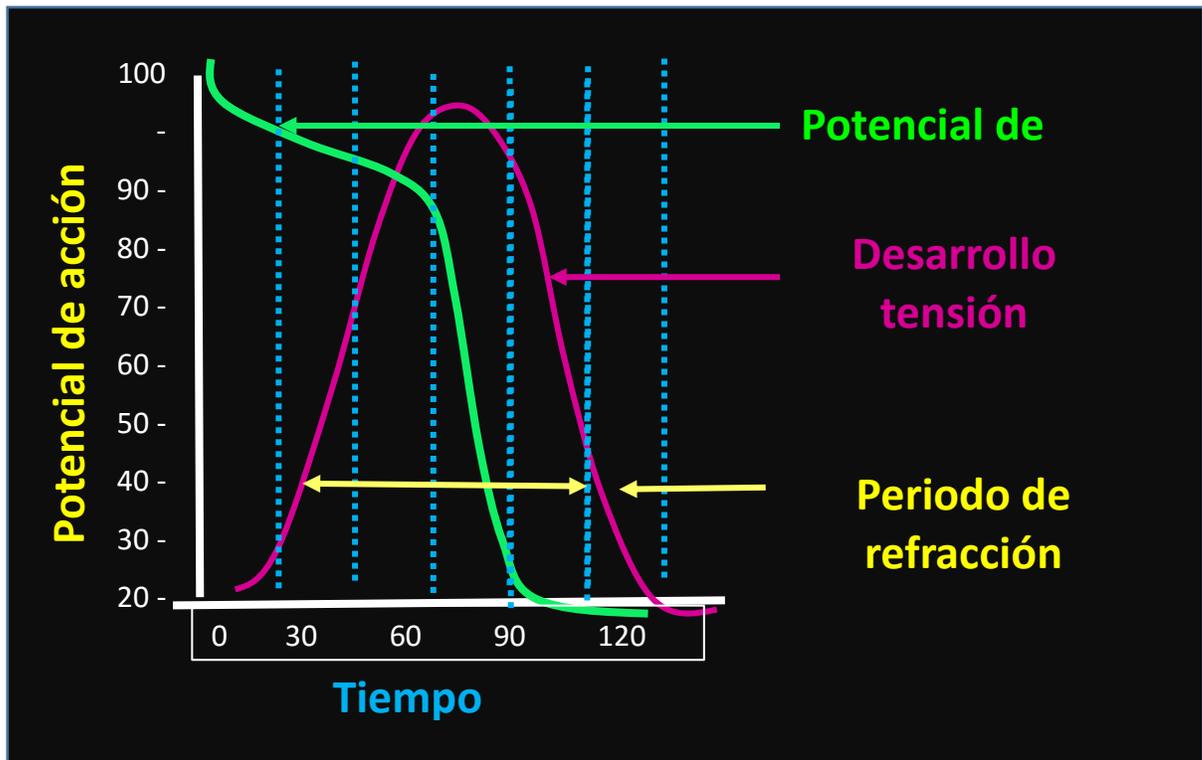


Figura 17. Potencial de una Unidad Motora

La energía generada por el músculo tiene un pequeño valor y es medida en microvoltios (millonésima parte de un voltio). En esencia la EMG, no es más que un voltímetro muy sensible (Figura 17). Consiste en el registro de las variaciones de voltaje que se producen en las fibras musculares como expresión de la despolarización de sus membranas durante la contracción espontánea o voluntaria.²⁶

La base estructural de la electromiografía es la unidad de motor. Las fibras musculares esqueléticas normales probablemente nunca se contraen como individuos aislados. En cambio, varios de ellos se contraen casi en el mismo

momento, lo único que se suministra por ramas del axón de una neurona motora espinal.²⁶

La electromiografía se define como la grabación y estudio de las propiedades eléctricas intrínsecas del músculo esquelético a través de la superficie o de agujas electrodos, para determinar simplemente si el músculo se contrae o no; mediante la inserción de un electrodo de aguja en el músculo y la observación por osciloscopio de rayos catódicos los potenciales de acción de forma espontánea presentes en un músculo o inducidos por contracciones voluntarias, como un medio de detección de la naturaleza y localización de las lesiones de la unidad de motor; o mediante el registró de la actividad eléctrica evocada en un músculo por la estimulación eléctrica de su nervio. El Electromiógrafo es el instrumento utilizado en la electromiografía. Electromiograma es el registró obtenido por la electromiografía (EMG). La base estructural de la electromiografía es la unidad motora. Las fibras musculares esqueléticas normales probablemente nunca se contraen como individuos aislados. En cambio, varios de ellos de contrato casi en el mismo momento, lo único que se suministra por ramas del axón de una neurona motora espinal.²⁴

Se ha demostrado que para lograr registros electromiográficos con una alta confiabilidad se deben tener en cuenta factores que puedan alterar los resultados, (posición del paciente, edad, composición y forma de la cara, cantidad de tejido conectivo y grasa), especialmente cuando se utilizan electrodos de superficie.

La captación de los potenciales de acción de las unidades motoras se realiza por medio de electrodos, los cuales pueden se clasificar en dos tipos: Electrodo Internos (aguja), se introducen bajo la piel y Electrodo de Superficie (adheribles), sobre la piel, previo a la colocación de los electros de superficie se realiza una limpieza con alcohol etílico para bajar la impedancia de la piel y mejorar el contacto del gel bioadhesivo que contienen estos electrodos (Figura 18).

Los primeros proporcionan registros de mayor calidad y especificidad, permitiendo el estudio de las características de los potenciales de unidad motora (PUM), mientras que los segundos exploran mayor área del músculo, son menos invasivos, no ofrecen riesgos de complicaciones y pueden ser utilizados con fines determinados, sobre todo cuando se refiere básicamente a conocer amplitudes del

patrón de contracción y cuando se emplean en niños con patologías tales como las disfunciones del aparato de la masticación.²⁷



Modificado de: <https://www.google.com.mx/search?q=electrodos+superficie&>

Figura 18. Electrodo de aguja y Electrodo de superficie

Con el uso de electrodos de superficie se trata de una técnica no invasiva, no se pincha en la piel ni en el músculo, lo que permite la libre ejecución de movimiento, pero capta la señal eléctrica contaminada de la interferencia de músculos antagonistas cercanos. En la medida de lo posible, se debe buscar posiciones que inhiban dicha musculatura. El tamaño y la orientación de músculos masticatorios varían con la morfología craneofacial. Adultos de cara larga tienen músculos maseteros más delgados con un área de sección transversal más pequeña; pacientes con prognatismo también tienen los músculos maseteros más delgados y más pequeños.

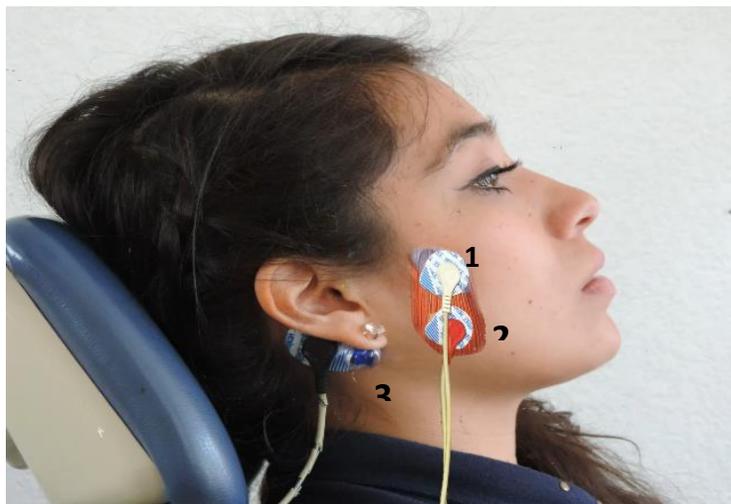
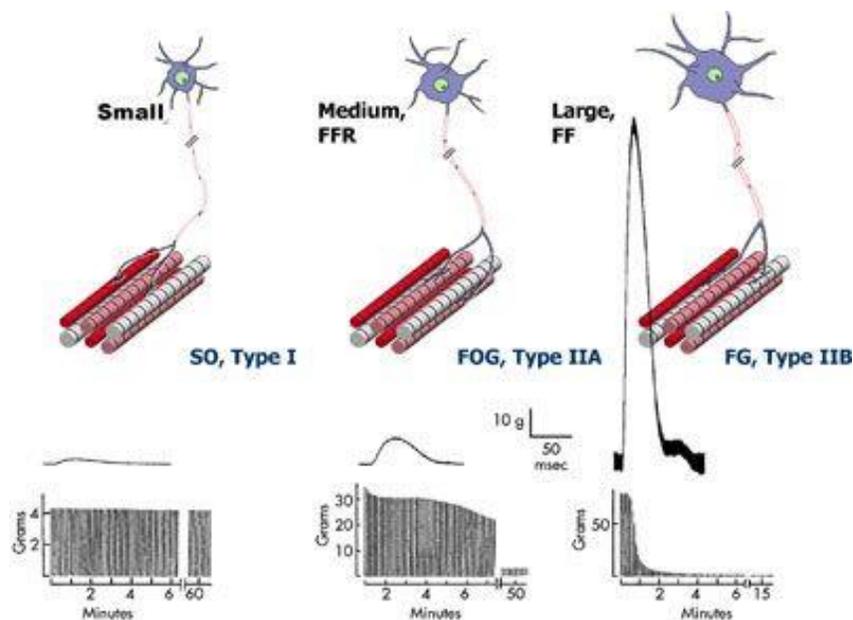


Figura 19. Colocación de electrodos de Superficie

En la Figura 19 se ilustra la correcta colocación de electrodos de superficie, Paciente femenino con tres electrodos superficiales colocados sobre el músculo masetero superficial, en su inserción en el arco cigomático (Electrodo 1) y en el borde de la mandíbula (Electrodo 2), y el tercer electrodo en la Apófisis mastoides (Electrodo 3). La paciente se encuentra cómodamente sentada en posición de reposo.

Peterson y Kugelberg mostraron que los tipos de electrodos afectan a la duración grabada y la amplitud de los potenciales de acción. Ellos demostraron variación característica, por ejemplo, la pequeñez de los potenciales en los músculos faciales en comparación con aquellos en los músculos de la extremidad. En condiciones normales, los potenciales más pequeños aparecen primero con una ligera contracción. A medida que aumenta la fuerza, los potenciales más grandes son reclutados, siendo este el patrón normal de contratación. ²⁸



Nolte, J. The Human Brain. Mosby Inc, pg. 451, 2002.

Figura 20. Potencial de unidad motora proporcional a l tipo de fibras musculares

d) Amplificación de la señal Electromiográfica

Un EMG es un amplificador de alta ganancia (200 y 5000 veces la señal del músculo), con selectividad para frecuencia en el rango 1-2 kHz, De ahí la señal

Electromiográfica también se puede definir como el rango de la suma temporal de las señales eléctricas de fibras musculares que se disparan.²⁹

La señal electromiográfica es recibida por tres electrodos superficiales de cada lado (bilaterales) y llevada al amplificador. El sistema incluye una etapa de acoplamiento que permite la conexión de la salida del amplificador a la entrada de audio de la computadora.

La señal obtenida por medio de electromiógrafo se obtiene por la “adición temporal”, al aumentar el esfuerzo durante la actividad muscular voluntaria, se incrementa la frecuencia de activación de las unidades motoras. Y de la “adición espacial” (la superposición de las señales de las nuevas unidades motoras que van entrando en actividad), se suele trabajar con microvoltios por segundo ($\mu\text{V/s}$).

La señal de la EMG es el registró de los potenciales eléctricos producidos durante la activación de un músculo. De modo que no proporciona el detalle de la actividad eléctrica de una célula muscular aislada, sino una información global de un conjunto de fibras musculares.³⁰



Figura 21. Sistema de adquisición de Señales Bioeléctricas

La activación muscular se estudia no solo en función de la fuerza de contracción, sino también en función de la frecuencia de contracciones. Esta última es quizá la valoración más importante ya que un músculo fatigado con menor frecuencia de contracciones producto de una inadecuada irrigación, déficit de energía y acumulación de productos de catabolismo celular, disminuye su capacidad de rendimiento, predisponiendo al paciente al dolor y disfunción miofacial (Figura 21).

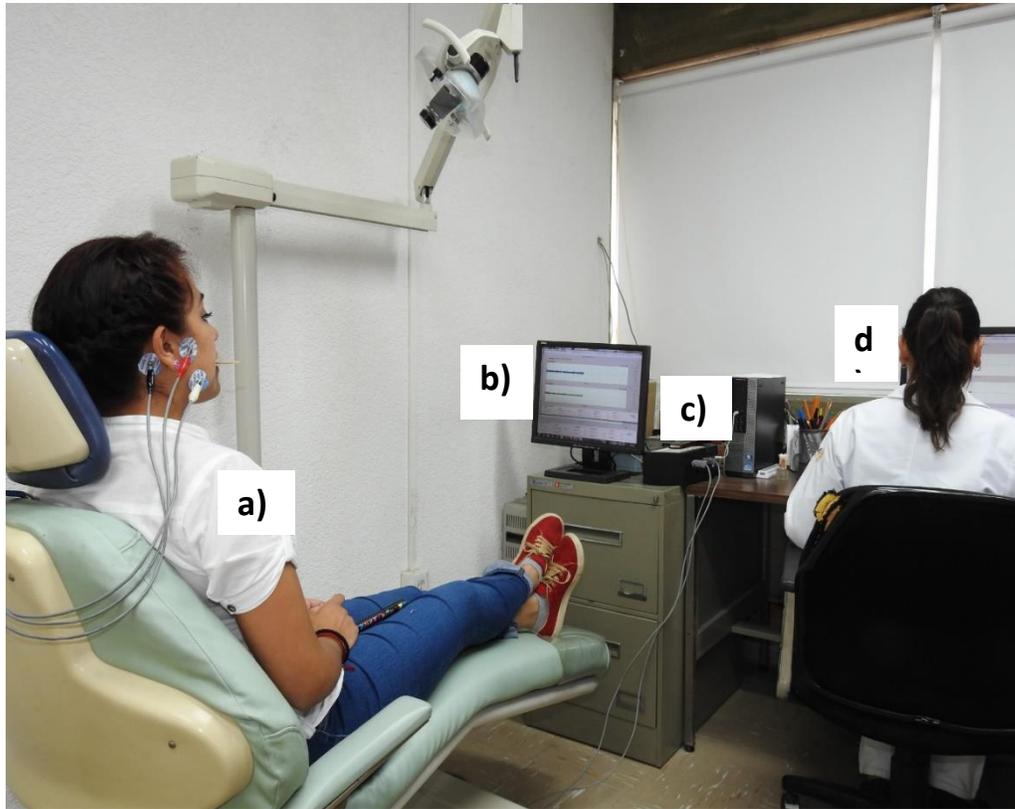


Figura 22. Registró Electromiográfico digital

En la Figura 22 se observa el registró con electromiógrafo digital durante un registró EMG: a) Paciente femenino con la colocación de los tres electrodos de superficie bilaterales. b) Pantalla de retroalimentación visual para el paciente, con la cual también se hace participe activa visualización muscular, c) Amplificador de la señal electromiográfica que consta de dos gabinetes que reciben la señal de los electrodos de superficie, el primer gabinete se encarga de depurar la señal de los músculos y el segundo de amplificarla durante el registró. La señal es enviada a un equipo de procesamiento por medio de entrada de audio. d) Equipo de cómputo que procesa, analiza y almacena la información.

e) Variables de estudio de la señal Electromiográfica

La señal obtenida durante un registró EMG-s es por si misma inespecífica, por ello surge la necesidad de desarrollar métodos de análisis, los cuales son diversos y toman diferentes variables, de acuerdo al fabricante se implementa el equipo EMG un software para el estudio y análisis de la señal EMG. Algunas de ellas son:

Variables de estudio	Descripción
Variable de frecuencia	Estudia el espectro de la señal EMG y diferentes parámetros de la frecuencia (media, mediana, número de veces que cruza cero y número de veces que la señal cambia de dirección de amplitud de más de 100 μV
Variable de amplitud	Cuantifica el esfuerzo muscular mediante el cálculo del área bajo la señal. Se procede a la rectificación de datos, que consiste en la positivización de los valores negativos y las positivas se anulan entre sí. Para considerar solo magnitudes absolutas. ²⁴
Root mean square	<p>Valor cuadrático medio RMS (Root Mean Square), medida estadística de la magnitud de una cantidad variable. El RMS es uno de los análisis de señal EMG, se trata de un valor indicativo de la magnitud de la señal y se obtiene en intervalos de tiempo. Puede describirse matemáticamente como la estimación de la desviación estándar de un proceso aleatorio en ruido auditivo.</p> $x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2} = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}}$

Tabla 1. Variables de estudio de la Señal Electromiografía

El valor de la EMG por medio de RMS se mide en micro volts o mili volts (μV) para estimar el valor de la amplitud (Tabla 1). El RMS es un método para cuantificar la señal EMG en el cual cada valor es calculado en área, sumado y dando un valor medio y al final se obtiene la raíz cuadrática del producto.

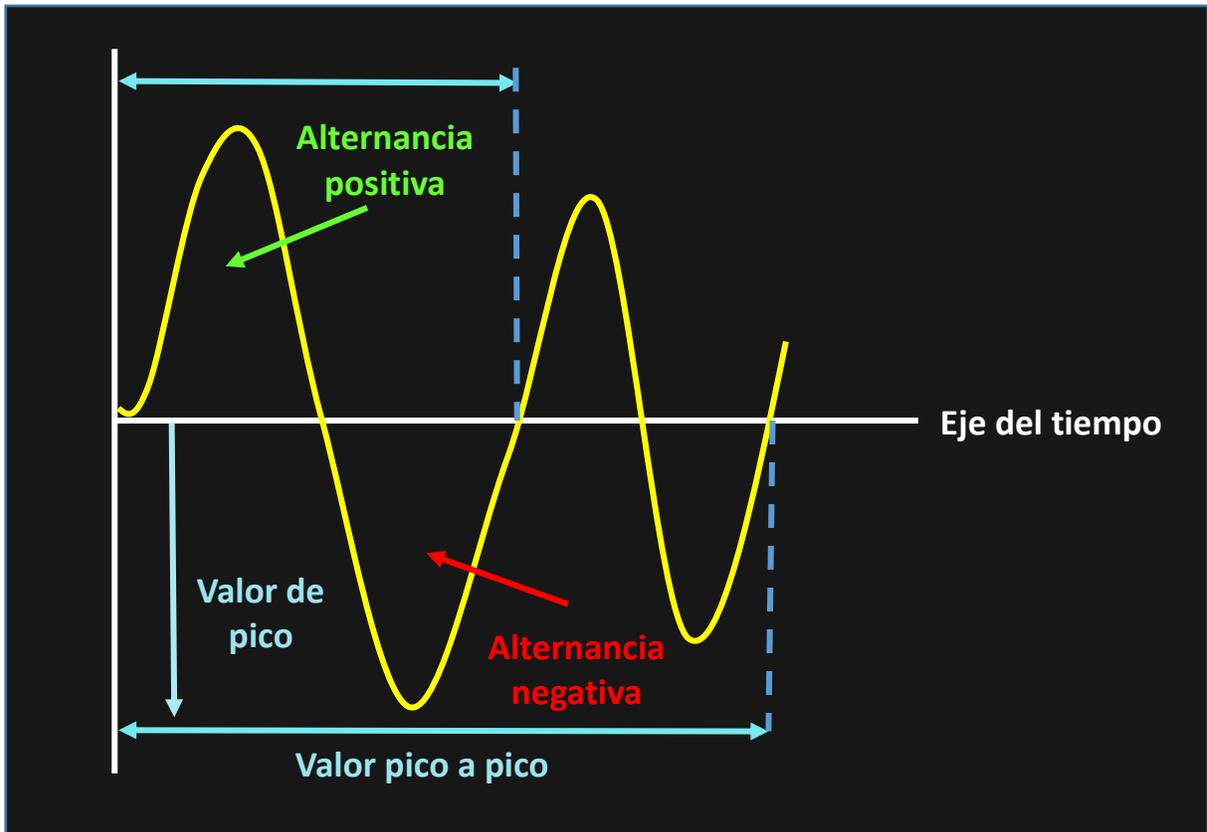
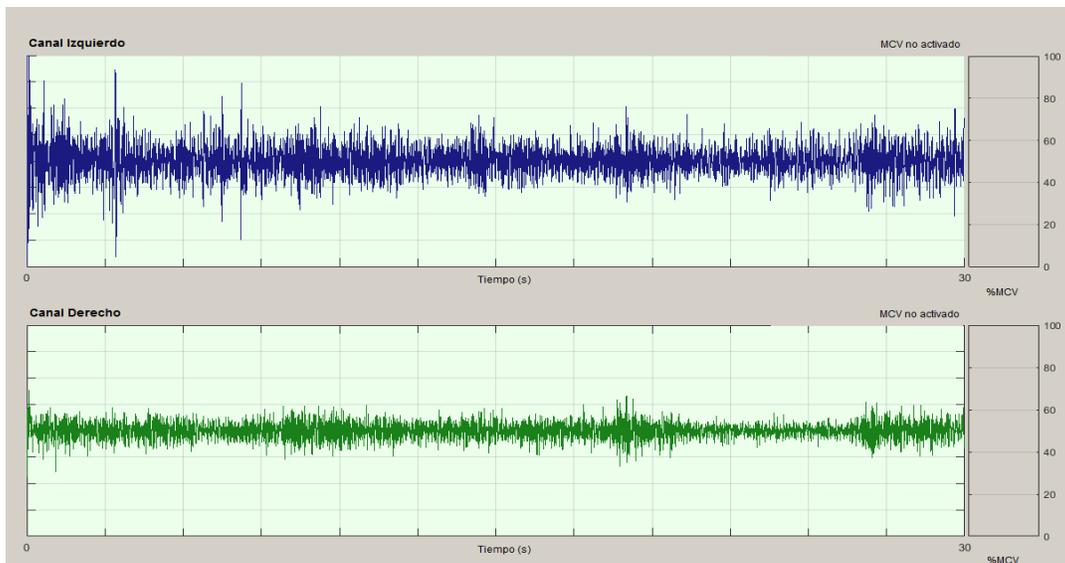
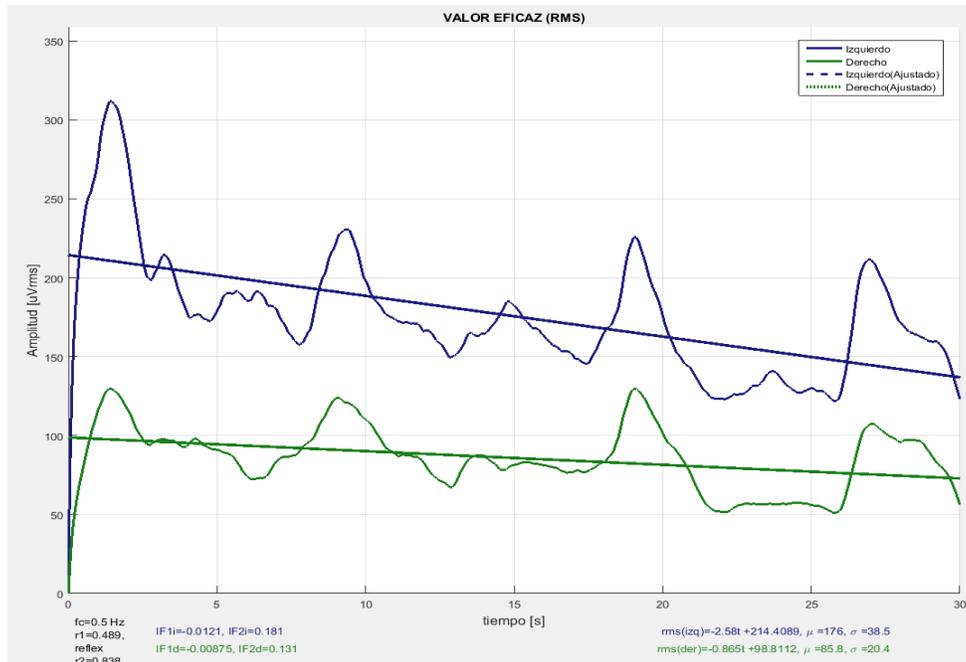


Figura 23. La señal Electromiográfica

En la Figura 22 se describe la señal electromiográfica, oscila de positivo a negativo. No es posible sumar todos los voltajes y determinar una cantidad.



24. 1. Registró Electromiográfico



24.2 Registró análisis RMS

Figura 24 Registró electromiográfico y Análisis RMS.

En la Figura 24 se encuentra dos registros en el Registró 24.1 corresponde a un - Registró EMG inicial de paciente de 23 años de edad Clase II, donde se observa mayor saturación del potencial de acción del lado derecho en comparación con el músculo izquierdo. El Registró 24.2 corresponde al análisis RMS inicial de una paciente de 23 años de edad Clase II. La Gráficas muestran una actividad mesentérica mayor del músculo masetero derecho (línea azul) con $176\mu\text{V}$ en comparación del músculo masetero lado izquierdo (línea verde) con $85.8\mu\text{V}$, observando en este caso una asimetría del tono muscular entre ambos músculos, además del crecimiento en la actividad muscular correspondiente a un índice de fatiga muscular elevado.

f) La Electromiografía como complemento diagnóstico en pacientes con trastornos Temporomandibular

Las respuestas electromiográficas de los músculos masticatorios dependen y son modificadas por las posiciones de la cabeza, la extensión dorsal aumenta la actividad de los temporales y la flexión ventral aumenta la de los maseteros y

digástricos. Esta información es importante para el diagnóstico ortodóntico, la detección de las disfunciones de la ATM y del dolor.³¹

El uso clínico de la EMG de superficie, puede ser utilizada como auxiliar para el diagnóstico. Es un medio de estudio útil que permite cuantificar la medición y valoración de la dinámica de contracción de los músculos permitiendo así su utilización en múltiples aplicaciones como puede ser el estudio de las funciones tanto normales como anormales (diagnóstico patológico) del músculo y ATM.

El uso de EMG en odontología, es usada principalmente para evaluar pacientes con TTM, dolor o disfunción de los músculos mandibulares y dolores de cabeza de tipo tensional. Así como la aplicación de los pacientes con necesidades de rehabilitación bucal. Con el objetivo de mediar en un área, donde es crítica la interacción entre los dientes y sus antagonistas que actúan durante los movimientos mandibulares.

La electromiografía es un método fiable disponible para el registro objetivo de la función muscular de un paciente.³¹

Se han encontrado diferentes registros en los niveles de EMG-s de los músculos masticatorios en pacientes con TTMs, dolor facial o algún tipo de alteración artrógena. En general, la intervención a pacientes con TTMs tiene por objetivo reducir la hiperactividad muscular en frecuencia, intensidad y/o duración en los individuos que tienen dolor miofacial.³²

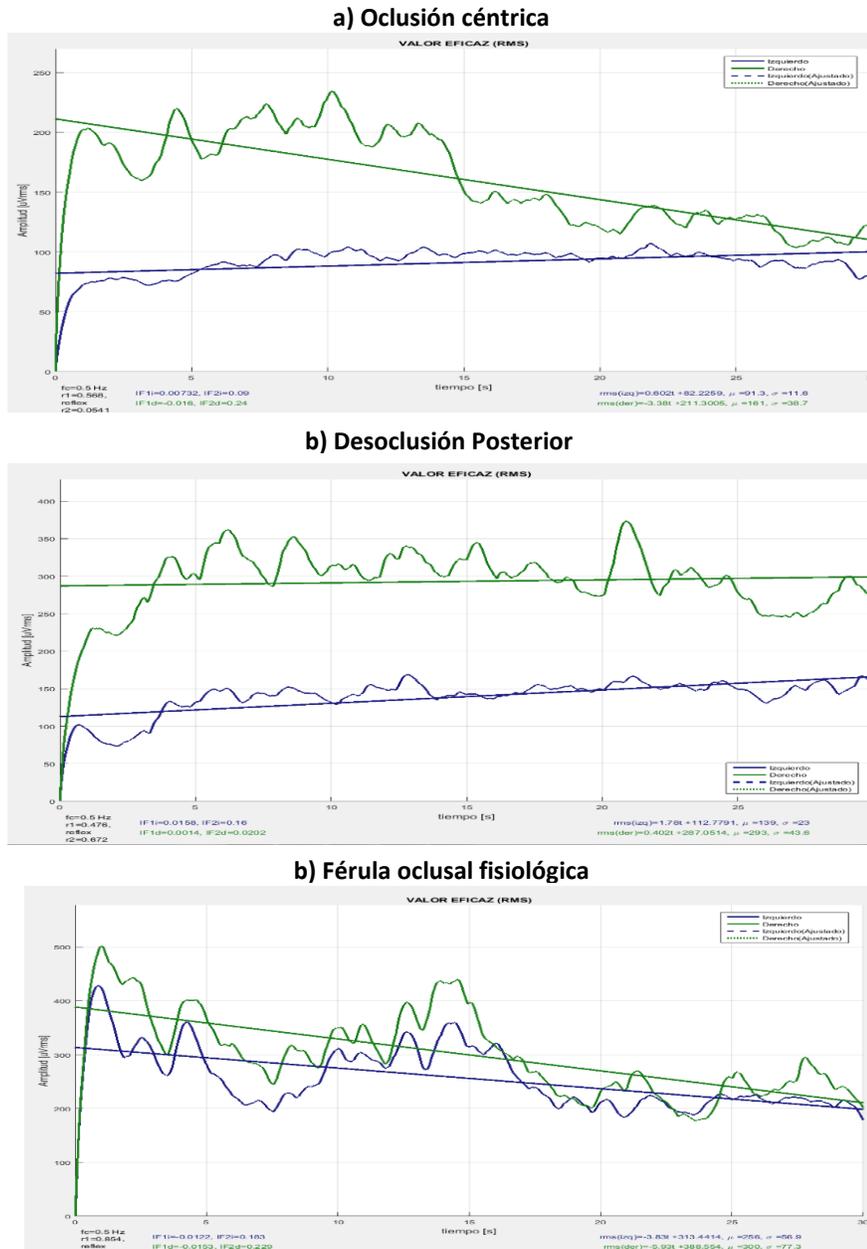


Figura 25. Análisis RMS de un paciente femenino Clase II con TTM

En la Figura 25 se observa el Análisis RMS de un paciente femenino Clase II con TTM, a) Actividad eléctrica muscular Registró obtenido en Oclusión céntrica donde se registró el análisis RMS del músculo masetero derecho de 91.3 μV y el músculo masetero derecho 161 μV , b) Actividad eléctrica muscular obtenido en desocclusión posterior donde el paciente registró del análisis RMS del músculo masetero derecho de 139 μV y el músculo masetero derecho 193 μV y c) Actividad eléctrica muscular obtenido con el uso de Férula oclusal fisiológica donde se registró el análisis RMS

del músculo masetero izquierdo 256 μ V y el músculo masetero derecho 300 μ V Es importante mencionar que los tres registros fueron realizados en una sola cita al mismo paciente.

Algunos investigadores que han estudiado la actividad electromiográfica durante el movimiento de masticación en pacientes con disfunción de articulación temporomandibular o ATM, reportaron que dichos pacientes mostraron algunas diferencias comparadas con pacientes control sin disfunción de ATM. También se ha observado que el movimiento de masticación se afecta en pacientes que presentan desplazamiento de disco no reducido de la ATM usando registros de EMG (Sato *et al.*, 1996, 1998) y que después del tratamiento mejora el estado del paciente.³³

10. Diagnóstico en Ortodoncia

El diagnóstico se basa en el análisis de datos seguros. El razonamiento solo será válido cuando descansa sobre nociones exactas y hechos precisos, pero cuando no se cumplen estos principios los resultados siempre serán erróneos (Figura 26). La validez de una deducción depende de la calidad de las observaciones en que ella se basa.³³

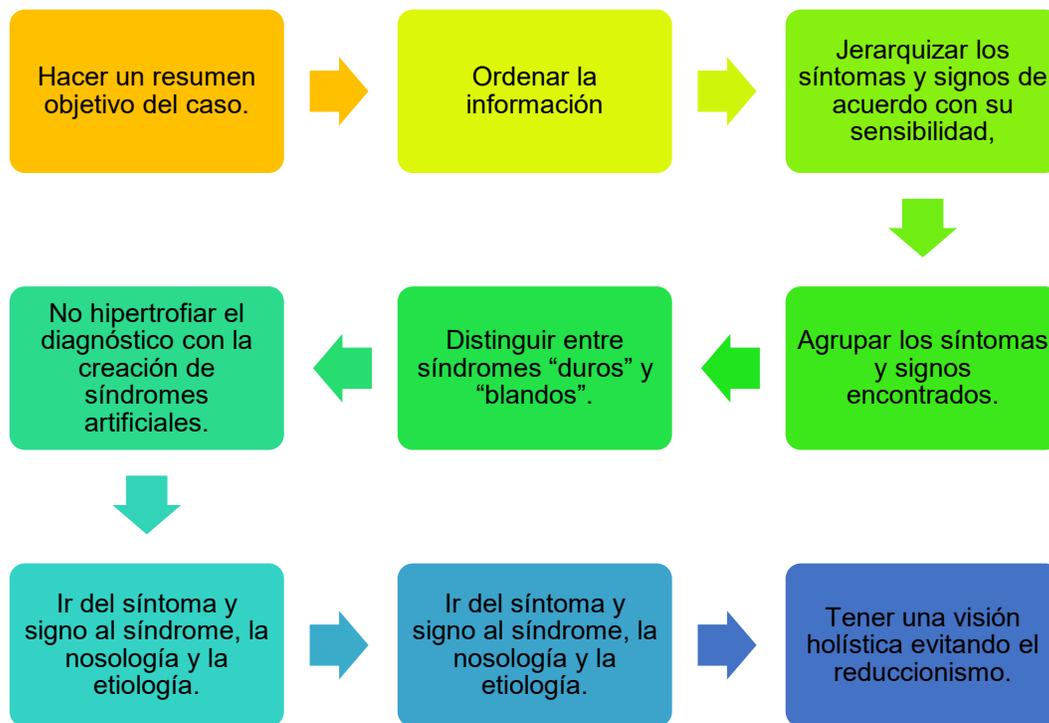


Figura 26. Principios del razonamiento diagnóstico

a) Importancia de métodos auxiliares diagnósticos

El ejercicio de la odontología se basa en gran medida en el conocimiento clínico personal esto produce que la atención odontológica varíe mucho, tanto en lo relativo al diagnóstico, plan de tratamiento, selección del tratamiento y pronóstico.³⁴

Los exámenes auxiliares o complementarios proporcionan datos clínicos sobre las condiciones internas del paciente, condiciones que de otro modo son inobservables. En realidad, son parte del examen actual del paciente, con los que podemos conocer más directamente acerca del estado anatómico, metabólico, fisiológico y funcional de los órganos y los tejidos.

Por principio, los procedimientos del examen clínico deben adecuarse a la índole del problema clínico, a las condiciones actuales del paciente. Su realización debe basarse en criterios muy precisos, donde es fundamental la consideración de las relaciones riesgo/beneficio y costo beneficio de cada procedimiento.

Los registros ortodónticos son una herramienta fundamental de segundo frente (Figura 27), a la hora de realizar un correcto diagnóstico y plan de tratamiento.

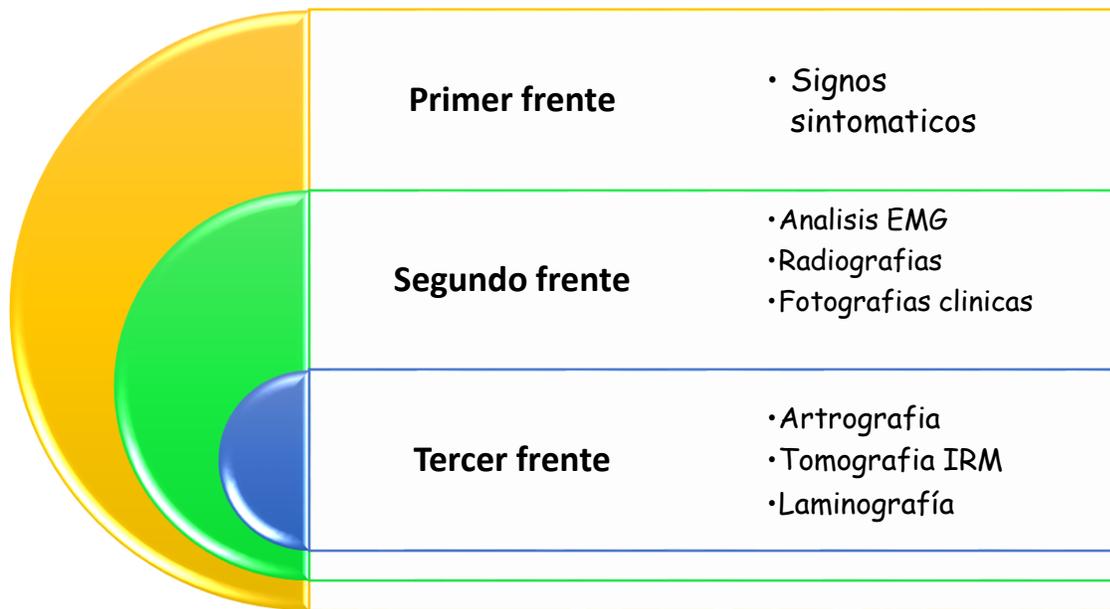


Figura 27. Clasificación de los instrumentos utilizados en la valoración de situaciones clínicas estomatológicas

En la Figura 27 se presenta el esquema con la Clasificación de los instrumentos utilizados en la valoración de situaciones clínicas estomatológicas el primer frente se basa en el criterio clínico del médico responsable no presenta costo y permite revisión periódica, el segundo frente presenta datos objetivos, cuantificables respalda el criterio clínico del médico y son de bajo costo y permiten revisión periódica, tercer frente, son difíciles de interpretar por parte del médico, son costosos por tal motivo no se pueden solicitar periódicamente.

Los primeros aportes logrados con la aplicación de estas técnicas corresponden al campo de la neurología y la neurocirugía, ampliándose posteriormente a otras especialidades incluida la estomatología con el objetivo de evaluar el funcionamiento del aparato de la masticación, o los resultados de pacientes sometidos a tratamientos correctivos craneomandibulares, cirugía Ortognática, ortodoncia o patologías asociadas en las que se encuentran involucradas estructuras orofaciales con diferentes grados de maloclusión dependientes de la contracción de la musculatura determinante de la morfología facial.

Sin embargo, el monitoreo o valoración de la función masticatoria de pacientes sanos o con desorden estomatológico se realiza mediante los siguientes estudios: signos sintomáticos, artrografía, resonancia magnética y, laminografía. Estas alternativas presentan desventajas.

El uso de un electromiógrafo como instrumento de segundo frente junto con métodos de análisis de la actividad EMG superficial de los músculos involucrados, es una buena opción para el monitoreo o valoración de pacientes en forma periódica con poco riesgo y costo para el paciente. ²⁹

Se ha propuesto para la evaluación de los músculos diferentes métodos cualitativos y cuantitativos. Los cualitativos son: método anatómico, que determina la acción muscular a partir de la disección y usa como método de prueba la palpación y el estiramiento de las fibras del músculo para observar su acción y el método de palpación, que evalúa la participación de un músculo en un movimiento por su aumento de volumen evaluado por palpación, aunque en algunos casos podría utilizarse transductores de deformación, los métodos cuantitativos son: la estimulación eléctrica, que permiten que el músculo se contraiga y permanezca contraído si se aplica en una electro estimulación, la miografía.

IV. Planteamiento del Problema

Los músculos son de gran importancia en la etiología y en el tratamiento activo de las maloclusiones y deformaciones mandibulares. Aunque los planes de tratamiento en ortodoncia, se basan enteramente en consideraciones biomecánicas también requiere conocimiento neuromuscular característico de cada paciente. La Electromiografía, ha sido poco utilizada en ortodoncia, a pesar de que proporciona registros objetivos de la función y disfunción neuromuscular, articular y dental.

Dado que en México no existen suficientes estudios que indiquen cuales son los cambios musculares a corto y/o largo plazo en pacientes con tratamientos Ortodónticos, surgen los siguientes cuestionamientos:

- ❑ ¿Cuáles son las principales aportaciones en el diagnóstico ortodóntico con el implemento de Electromiografía en pacientes con maloclusión Clase II y III?
- ❑ ¿Cuáles son los cambios registrados en RMS (máxima intercuspidad) previo, durante y posterior al tratamiento ortodóntico en 10 pacientes con maloclusión Clase II y Clase III de Angle de la clínica de Especialización en Ortodoncia FES Iztacala?
- ❑ ¿Cuál es la diferencia registrada en el RMS de los pacientes Clase II y Clase III de Angle que padecen trastorno temporomandibular comparada con los pacientes que presentan la misma maloclusión sin trastorno temporomandibular?

V. Justificación

Es importante que en Ortodoncia se considere como factor etiológico de la maloclusión, la relación de los tejidos blandos con la oclusión, ya que una disfunción nos dará una función compensatoria y esta una adaptación estructural, de ahí la importancia del diagnóstico miofuncional y la educación neuromuscular previa al tratamiento de ortodoncia, ya que si procuramos una oclusión adecuada donde la relación neuromuscular es incorrecta, nos llevara a un desequilibrio en la maloclusión (probable recidiva^{35,36,37,38}), por eso la corrección muscular es necesaria para obtener un resultado ortodóntico estable.

La Electromiografía es una importante herramienta para analizar la actividad muscular, así como la detección de trastornos temporomandibulares y estructuras relacionadas, involucradas en el movimiento masticatorio.

VI. Objetivos

Implementar el uso de la Electromiografía, para determinar trastornos temporomandibulares durante el diagnóstico y para evaluar de forma objetiva las alteraciones y/o adaptaciones de la actividad eléctrica de los músculos maseteros superficiales provocado por la mecánica implementadas para el alivio de la maloclusión, evaluando y comparando mes a mes el valor RMS (describir RMS) de cada uno, optimizando el tratamiento de ortodoncia de los 10 pacientes que presentan maloclusión Clase II o Clase III de la clínica de Especialización en Ortodoncia de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de la Estudios Superiores Iztacala, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

1. Objetivos Particulares

Realizar historia clínica del Laboratorio de Fisiología UNAM (Anexo 1), y Registró Electromiográfico inicial, durante el diagnóstico ortodóntico de los 10 pacientes con maloclusión Clase II y Clase III para localizar a los pacientes que presentan TTM y usarán férula oclusal fisiológica previa al tratamiento de ortodoncia.

Determinar el promedio RMS inmediato y progresivo para conocer la actividad de los músculos maseteros superficiales en pacientes con Trastornos Temporomandibulares portando férula oclusal fisiológica.

- Determinar el promedio RMS en oclusión céntrica antes de la utilización de la férula oclusal fisiológica en pacientes con TTM.
- Determinar el promedio RMS durante 3 meses en oclusión céntrica durante la utilización de la férula oclusal fisiológica en pacientes con TTM.
- Comparar el promedio RMS en oclusión céntrica de los pacientes con maloclusión clase II y clase III con la utilización de la férula oclusal

fisiológica en pacientes con TTM. Obtener y analizar la desviación estándar y calcular la diferencia estadística.

- Obtener el Valor inicial en oclusión céntrica de los músculos maseteros del lado derecho e izquierdo, b) El promedio RMS de los meses que el paciente se encuentra en tratamiento de ortodoncia, c) Desviación estándar del promedio de la actividad eléctrica durante el tratamiento de ortodoncia, d) El valor progreso oclusión céntrica de los músculos maseteros del lado derecho e izquierdo, e) El rango en el cual varia la tendencia de la actividad eléctrica muscular en oclusión céntrica de los músculos maseteros derecho e izquierdo registrando el valor máximo y el valor mínimo durante su tratamiento de ortodoncia de cada uno de los 10 pacientes con maloclusión Clase II y Clase III.
- Comparar el promedio del RMS y la desviación estándar inicial (previo al tratamiento de ortodoncia) de los pacientes Clase II vs pacientes Clase III
- Comparar el promedio del RMS y la desviación estándar Inicial de los pacientes con TTM vs los pacientes sin TTM.
- Comparar el promedio del RMS y la desviación estándar durante el tratamiento de ortodoncia de los pacientes Clase II vs pacientes Clase III.
- Comparar el promedio del RMS y la desviación estándar del progreso (Registró mes de julio 2016) del tratamiento de ortodoncia de los pacientes Clase II vs pacientes Clase III
- Comparar el promedio del RMS y la desviación estándar del progreso de los pacientes con TTM vs los pacientes sin TTM.

VII. Hipótesis

- H0: Evaluar la actividad eléctrica muscular por medio de estudio electromiográfico, resulta enriquecedor, como parte del tamizaje para lograr un diagnóstico objetivo de las maloclusiones.
- HA1: La actividad eléctrica muscular entre los pacientes braquifaciales y dólicofaciales están relacionadas a las fuerzas de las ventajas mecánicas de

los músculos mandibulares, por lo tanto, los registros de actividad eléctrica muscular de los pacientes Clase III será mayor a los pacientes Clase II.

- HA2: El nivel eléctrico muscular previo al tratamiento, realizado durante el diagnóstico será muy alto y desequilibrado en pacientes con trastorno temporomandibular, oscilará por arriba de los 300 μV
- HA3: Los pacientes Clase II con trastorno temporomandibular lograrán equilibrio miofuncional previo a la primera fase del tratamiento de ortodoncia.
- HO1: Los registros de actividad eléctrica muscular registrados cada 30 días tendrán más variación en los pacientes con maloclusión Clase III, una vez iniciado el tratamiento.
- HO2: El nivel eléctrico muscular aumentará durante la segunda fase del tratamiento de ortodoncia independientemente a la maloclusión.
- HO3: Los pacientes con maloclusión Clase III, no lograrán una estabilidad ni equilibrio muscular durante las primeras dos fases del tratamiento.

VIII. Metodología

1. Tipo de Estudio

Estudio piloto, comparativo, prospectivo, longitudinal y transversal, realizado en el Departamento de Fisiología de la DEPEI FO-UNAM.

2. Población de estudio

Pacientes elegidos para tratamiento ortodóntico en la clínica de la Especialización en Ortodoncia Naucalpan de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala que pertenece a la Universidad Nacional Autónoma de México, y candidatos para estudios electromiográficos en el Laboratorio de Fisiología de la DEPEI de la Facultad de Odontología de la UNAM.

3. Muestra

Se obtuvo una muestra de 10 pacientes, 6 femeninos y 4 masculinos de edades entre 15 a 30 años de edad, el promedio de edad fue (20.6 ± 4.5 años). Los pacientes se distribuyeron en dos grupos grupo 1 ($n=6$) pacientes con maloclusión Clase II y grupo 2 ($n=4$) pacientes con maloclusión Clase III. En ambos grupos se incluyeron

pacientes con TTM con indicado uso de férula oclusal fisiológica previo al tratamiento de ortodoncia.

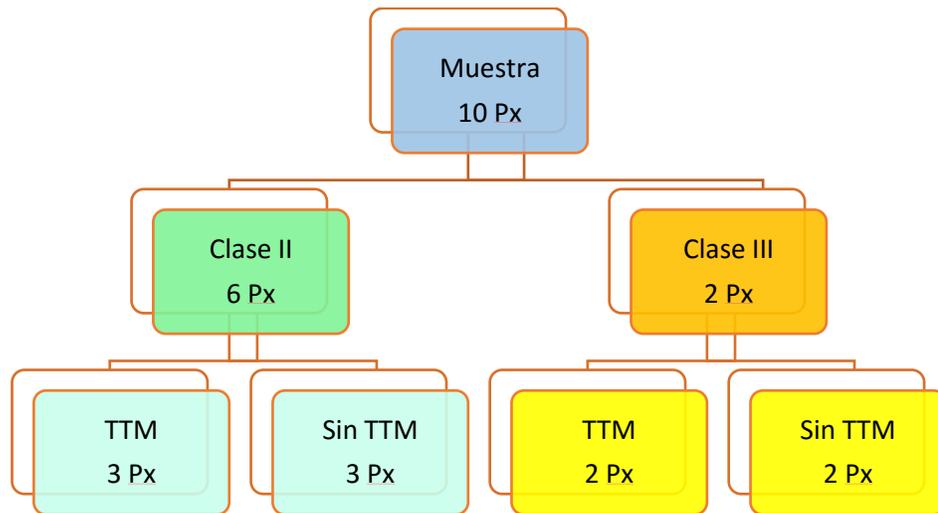


Figura 28. División de los grupos de la muestra de pacientes para el estudio

La selección de los casos, se realizó mediante el análisis de estudio ortodóntico completo (radiografías con trazado cefalométrico UNAM, fotografías y modelos de estudio), examen clínico, previo consentimiento de los pacientes y sus padres, considerando portadores de maloclusiones a aquellos que cumplían con los criterios de la clasificación de Angle o esquelética.

4. Plan de análisis de datos

Los valores obtenidos del estudio EMG son analizados por medio del RMS incluido en el software del Electromiógrafo Digital, para reportarlos, organizarlos y Gráficarlos (Gráficas de variable continua y Gráficas de cajas) en el programa Excel (OS Windows).

La información se analizó con el programa IBM SPSS Statistics V22.

El presente estudio se realizó mediante un Diseño antes-después; en la primera etapa se realizó el tamizaje de diagnóstico completo. Se realizó tratamiento para TTM con el uso de Férula oclusal fisiológica, se midió la actividad eléctrica inicial de todos los pacientes y se comparó el promedio RMS de los pacientes clase II con TTM vs pacientes Clase III con TTM.

Se tomaron registros electromiográficos mes a mes de forma paralela al tratamiento de ortodoncia hasta que los pacientes cumplieron todos los objetivos correspondientes a la primera y segunda fases del tratamiento de ortodoncia, para así poder promediar los valores del RMS obtenidos durante el tratamiento de ortodoncia y comparar el promedio RMS de los pacientes clase II vs pacientes Clase III durante las primeras dos fases del tratamiento de ortodoncia.

En la segunda etapa se tomaron registros electromiográficos mes a mes de forma paralela al tratamiento de ortodoncia hasta que los pacientes cumplieron todos los objetivos correspondientes a la tercera Fase del tratamiento de ortodoncia y se comparó el promedio RMS de los pacientes clase II vs pacientes Clase III al finalizar (colocación de retenedores) el tratamiento de ortodoncia.

5. Criterios de selección

Criterios de Inclusión:

- Se consideraron a todos los pacientes que desearon participar en el estudio bajo consentimiento informado y que presentaron las siguientes características:
- Pacientes en un rango de edad de 15 a 30 años.
- Pacientes ambos sexos
- Pacientes con diagnóstico TTM
- Pacientes considerados sanos (todos aquellos que no padecen ningún tipo de patología sistémica)
- Pacientes que presentan dentición permanente cuantitativa y cualitativamente completa para su edad.
- Pacientes que no habían sido sometidos a tratamientos ortodónticos
- Pacientes que no presentaban relación molar de neutroclusión, y con lesión aparente del aparato neuromuscular y/o articular.
- Pacientes con maloclusión Clase II y Clase III de Angle
- Pacientes que se comprometieron a cumplir y concluir con el tratamiento ortodóntico y de asistir a todos los estudios de electromiográficos.

Criterios de Exclusión

- Presentar arcos parcialmente desdentados, problemas periodontales o parafunciones.

- Haber recibido tratamientos protésicos, implantológico o quirúrgicos (cirugía Ortognática).
- Con discapacidades neurológicas o sensoriales aparentes.

Criterios de Eliminación:

- Pacientes que no deseen continuar en el estudio.
- Pacientes que tengan la necesidad de recibir tratamiento de operatoria en las caras oclusales o bordes iniciales posterior a la colocación de aparatología fija o al finalizar el tratamiento.

6. Características del Electromiógrafo

Desarrollado por el Laboratorio de Bioelectrónica del CINVESTAV del IPN, en conjunto con el Laboratorio de Fisiología de la DEPEl Facultad de Odontología UNAM.

- Número de canales 2
- Ancho de banda: 10 a 500 Hz.
- Nivel de amplificación: 1 a 100 kV/V
- Voltaje de alimentación: 127 VCA
- Numero de bits: 16
- Resolución: 2.44 μ V
- Resistencia de entrada: 1012 Ω

Software del EMG:

- El electromiógrafo está diseñado para realizar las siguientes funciones:
- Captura el registró de actividad EMG superficial en tiempo real.
- Mostrar el tiempo real de porcentaje de la MCV.
- Aplicar filtros digitales en tiempo real si es necesario.
- Calibración en base a una señal patrón.
- Almacenar registros EMG en disco duro.
- Realizar el análisis de RMS, MNF y DFA de la señal Electromiográfica superficial.
- Actualizar base de datos de pacientes.

En la implementación de la interfaz gráfica de usuario se utiliza el programa MATLAB® versión 2011 para sistemas de 32 bits de la compañía MathWorks. Y para la implementación de la base de datos utilizados se utiliza el programa Access 2007 de Microsoft Office para sistemas de 64 bits. Aunque se implemente con dos programas diferentes, el usuario lo percibe único.

El electromiógrafo tiene un amplificador, un generador de onda triangular y un acoplador que permite conectar la entrada de la tarjeta de audio de una computadora.

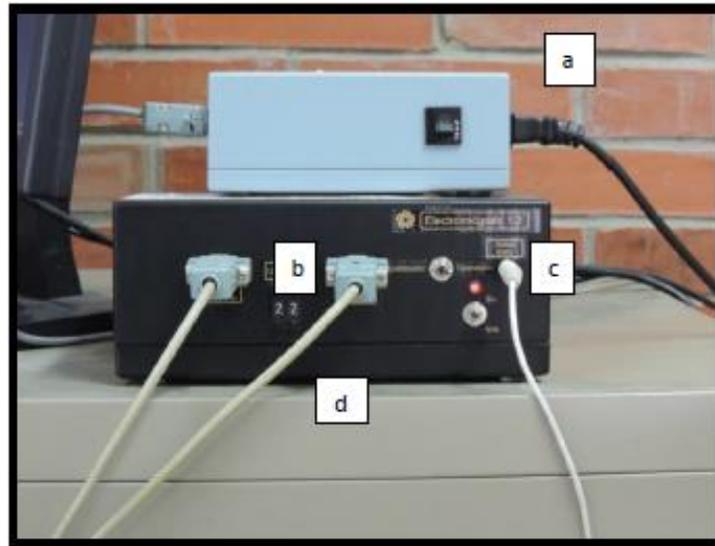


Figura 29. Componentes del Electromiógrafo

En la Figura 29 se observa el sistema completo de encendido y en operación del Equipo Electromiográfico donde a) fuente de alimentación y banco de batería, b) Canales izquierdo y derecho, c) Salida EMG a ordenador y d) Vista frontal del Electromiógrafo.

7. Método de recolección de la muestra

El presente estudio es producto de un trabajo en conjunto por parte de la clínica de Especialización en Ortodoncia Naucalpan de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala que pertenece a la Universidad Nacional Autónoma de México: (donde se realizó tratamiento ortodóntico) y el laboratorio de Fisiología del Posgrado de Odontología UNAM, Ciudad Universitaria (donde se realizaron estudios

Electromiográficos). Durante el período comprendido durante enero 2015 a Julio del 2016, el cual se realizó en 3 fases:

Fase 1: Ingreso de pacientes a la Clínica de Especialización en Ortodoncia Naucalpan (FES Iztacala), se solicita estudio ortodónticos completo (Fotografías Intraorales y Extraorales, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía, modelos de estudio), Se realizó: Análisis cefalométrico UNAM, radiografía lateral de cráneo, Análisis de Bolton en modelos de estudio, Análisis de quintos faciales para fotografías extraorales, anamnesis, examen clínico intraoral y extraoral. Una vez analizado los resultados se realizó el registró de la historia clínica y firma de consentimiento informado para la elaboración de tratamiento de ortodoncia.

Se remitió al paciente al Laboratorio de Fisiología de la DEPEI de la Facultad de Odontología UNAM, se realizó el registró de la historia clínica y la firma del consentimiento informado.



Figura 30 y 30.1. Limpieza superficial de la piel

Para realizar el estudio electromiográfico del paciente se encuentra cómodamente sentado en la unidad dental, se prepara la superficie de la piel en la región del músculo masetero limpiándola con una torunda de alcohol para disminuir la impureza de la piel (Figura 30 y 30.1).



Figura 31 y 31.1. Localización de inserciones musculares

Posteriormente se palpa el cuerpo y la rama mandibular de la paciente, para localizar las inserciones musculares del músculo masetero superficial y en la apófisis mastoides derecho e izquierdo respectivamente, para localizarlos se le solicita al paciente que apriete fuertemente sus molares (Figura 31 y 31.1).



Figura 32. Colocación de electrodos y cables bipolares

Se colocan seis electrodos superficiales (Marca Kendall meditrance 100), en las inserciones uno se adhiere en el ángulo de la mandíbula y el segundo en la inserción superior del arco cigomático, una vez adheridos los electrodos se colocan los cables bipolares (Figura 32).



Figura 33. El electromiógrafo digital es calibrado a la fuerza muscular de cada paciente mediante la máxima contracción voluntaria

Para realizar el registró electromiográfico se abre el programa de electromiografía digital en la computadora, se agrega el nuevo expediente a la base de datos del programa y se calibra el electromiógrafo. Durante el registró el paciente es instruido a morder o apretar los molares con la mayor fuerza posible a este proceso es denominado Máxima contracción voluntaria (MCV), el cual se realiza en oclusión céntrica durante cinco segundos (Figura 33), el EMG capta la señal bioeléctrica y es calibrado, de acuerdo a la fuerza muscular individual de cada paciente.

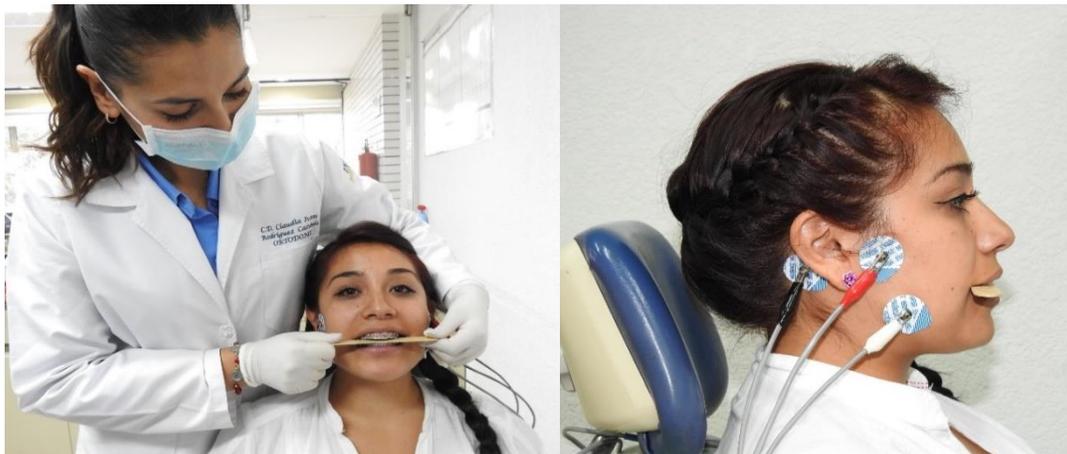


Figura 34. Registró en oclusión céntrica, registró en desoclusión posterior y registró con férula oclusal fisiológica.

Finalmente se procede a realizar la EMG-s propiamente dicha, la cual se registra en MCV en oclusión céntrica durante 30 segundos (Figura 34) Dicho procedimiento se realiza 3 veces por cita, el primero en oclusión céntrica, el segundo en desoclusión posterior (colocando un abatelenguas entre los incisivos) y el tercero con Férula oclusal fisiológica solo en caso que el paciente esté en tratamiento de TTM previo al tratamiento de ortodoncia.

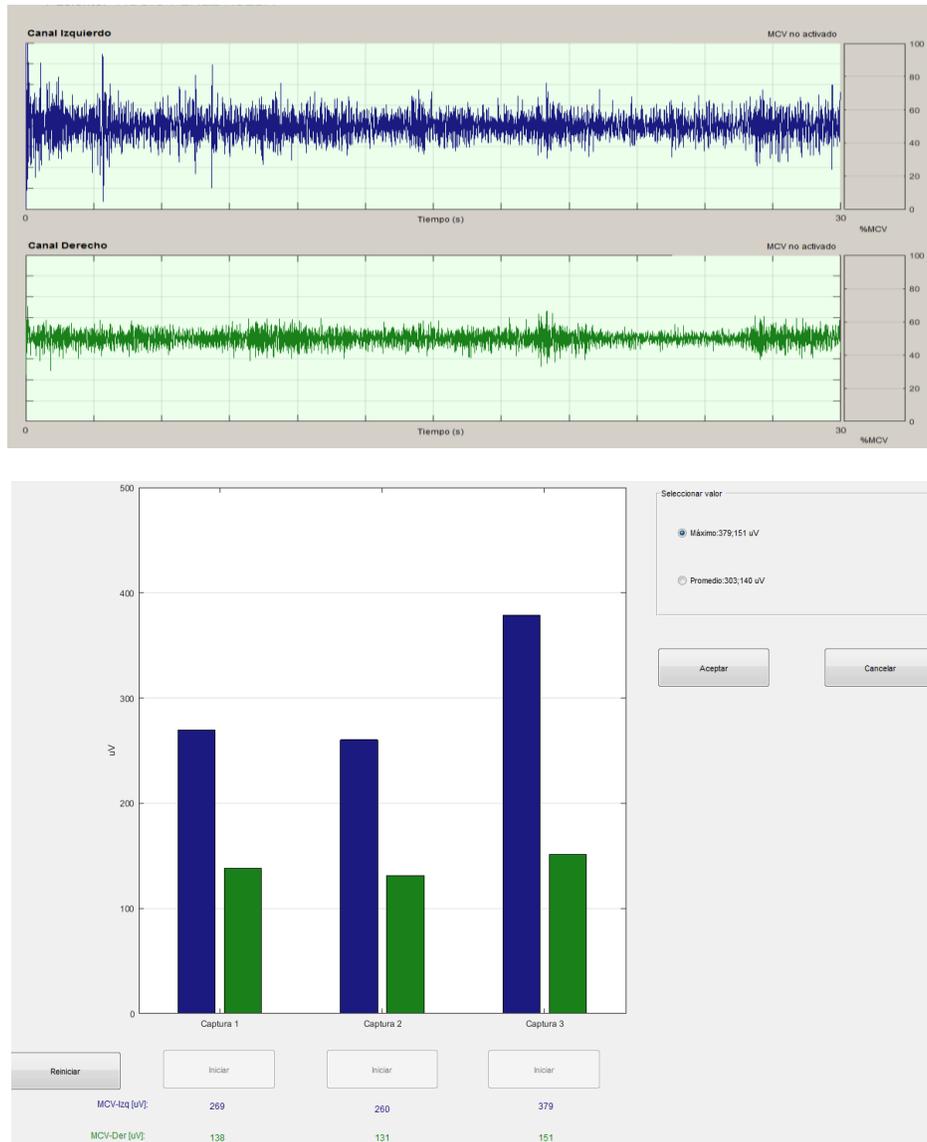


Figura 35. Registró Electromiográfico

Se obtiene y registra la información eléctrica muscular (Figura 35) se observa de color azul el osciloscopio correspondiente al músculo masetero izquierdo y de color verde el osciloscopio del músculo masetero derecho.

Los valores obtenidos de la EMG-s son analizados con RMS incluido en el software del electromiógrafo digital, se observa a modo de gráficas de barras en tres tiempos (Figura 35), para posteriormente reportarlos en el programa Excel, en la base de datos general.

Como parte del tratamiento ortodóntico, la programación de las citas para el estudio de la electromiografía en el laboratorio de Fisiología de la DEPeI- FO-UNAM de cada paciente se agendan 1 semana posterior a cada una de sus citas correspondientes al tratamiento de ortodoncia realizado en la Clínica de Especialización en Ortodoncia (FES Iztacala), por lo tanto, se obtendrá un registró correspondiente a cada mes de acuerdo a la mecánica ortodóntica durante todo el tratamiento.

Fase 2: Los pacientes que fueron diagnosticados con trastorno temporomandibular con base a la: anamnesis, exploración clínica, historias clínicas (Ortodóntica y Fisiología) y el RMS inicial de cada paciente, se indica el uso de la férula oclusal Fisiológica (FOF). Esta férula se realiza con acetato 0.060" y sobre de éste un acetato rígido de espesor 0.080" y con rebase de acrílico autopolimizable transparente, para alcanzar el mayor número de contactos posibles relación céntrica. Se desgastan interferencias oclusales en la FOF y se pule con motor de alta velocidad. Se da la información de los cuidados y el tiempo que debe portarla (día y noche), y retirándola al ingerir alimentos. Se programa una cita a los quince días a partir de la entrega.

Fase 3: Se coloca aparatología fija ortodóntica (dependiendo las necesidades de cada paciente), se programan citas control cada 4 semanas en la clínica de Especialización en ortodoncia Naucalpan de la FES Iztacala. De manera paralela a las citas control del tratamiento de ortodoncia se programan citas para realizar estudio electromiográfico en el laboratorio de fisiología en el posgrado de Odontología UNAM.

8. Análisis estadístico

Los resultados fueron vaciados en hojas de datos digitales, realizándose estadística descriptiva para medición de la actividad eléctrica muscular de cada paciente correspondiente a cada cita, test de comparación de medias, análisis de varianza y análisis discriminante para conocer la diferencia intergrupala, siendo las variables que más aportaron.

Siguiendo la distribución normal de tamaño de muestra pequeño, basado en la inferencia normalmente distribuida, utilizando una estimación de la desviación típica en lugar de la desviación real. Es utilizado un análisis discriminante.

IX. Resultados

En el presente estudio participaron 10 pacientes (40% género femenino y el 60% al género masculino), edades entre 15 a 30 años, el promedio de edad fue (17.7 ± 3.5 años). La distribución por grupo puso en evidencia con relación a la edad, no todos los grupos muestran una distribución similar ya que, conforme avanza la edad, la probabilidad de experimentar alguna alteración en la oclusión se va incrementando, de esta forma, es posible que no sean observadas diferencias significativas. Con relación al género existen evidencias contradictorias de que esta variable tenga algún tipo de influencia en el desarrollo de la oclusión dental, sin embargo, se ha observado una alta consistencia con relación a que la maloclusión es más frecuente en mujeres.

En la Tabla 2, se observa que la muestra para este estudio se distribuyó en dos grupos, en base a la Clasificación (Angle) y esquelética de la maloclusión, ya que es el método comúnmente más utilizado para evaluar la relación oclusal existente entre los dientes permanentes, la cual contempla tres categorías de maloclusiones (Clase I, II y III). Estudios epidemiológicos han mostrado que la maloclusión se presenta con tasas de prevalencia considerablemente altas ya que, más del 60% de la población mexicana la desarrolla. En cuanto a su distribución, de acuerdo al tipo de maloclusión se encontró una prevalencia de maloclusión clase I de 68.9 % y una relación de 3:1 en maloclusiones clase I y II dentro, de dicha muestra.

No obstante, la clase I es de las tres categorías de maloclusión la de menor severidad, es por eso que para este estudio solo se evaluaron pacientes con

maloclusión clase II y clase III de Angle. En el grupo 1 (n=6) pacientes con maloclusión clase II corresponden el 60% de la muestra y grupo 2 (n=4) pacientes con maloclusión clase III el 40% de la muestra.

Distribución de la muestra por edad, género y maloclusión.						
	Muestra		Genero		Maloclusión	
Nombre	No.	Edad	Femenino	Masculino	Clase II	Clase III
Rocío Pérez Rueda	Px. 1	23	1	0	1	0
Diana Collin Ramírez	Px. 2	15	1	0	1	0
Juan Garnica Sánchez	Px. 3	17	0	1	1	0
Ileana Rodríguez Castañeda	Px. 4	29	1	0	1	0
Karen Rodríguez Castañeda	Px. 5	25	1	0	1	0
Eddy González Altamirano	Px. 6	23	0	1	1	0
Jorge Salgado Bermúdez	Px. 7	19	0	1	0	1
Tamara Guzmán Bernal	Px. 8	15	1	0	0	1
Brayan Ramos Hernández	Px. 9	19	0	1	0	1
Diana Ramos Hernández	Px. 10	21	1	0	0	1
Total/Promedio	10	21	6	4	6	4

Tabla 2. Distribución de pacientes por edad, género y maloclusión

Se realizó registró electromiográfico (EMG) con electromiógrafo digital de dos canales, sin marca comercial. Desarrollado por el Laboratorio de Fisiología de la DEPEl Facultad de odontología UNAM- CINVESTAV-IPN, en proceso de patente. El valor de raíz cuadrática media (RMS) obtenido de una señal electromiográfica, indica la magnitud de la señal que se utiliza para estudiar la fatiga muscular medido en microvoltios (μV), está relacionado con la disipación de energía que la señal en forma continua de igual valor disiparía, en otras palabras, es el valor del voltaje de una señal que toma valores aleatorios en el tiempo que produciría el mismo efecto de disipación de energía que su equivalente a un voltaje continuo.

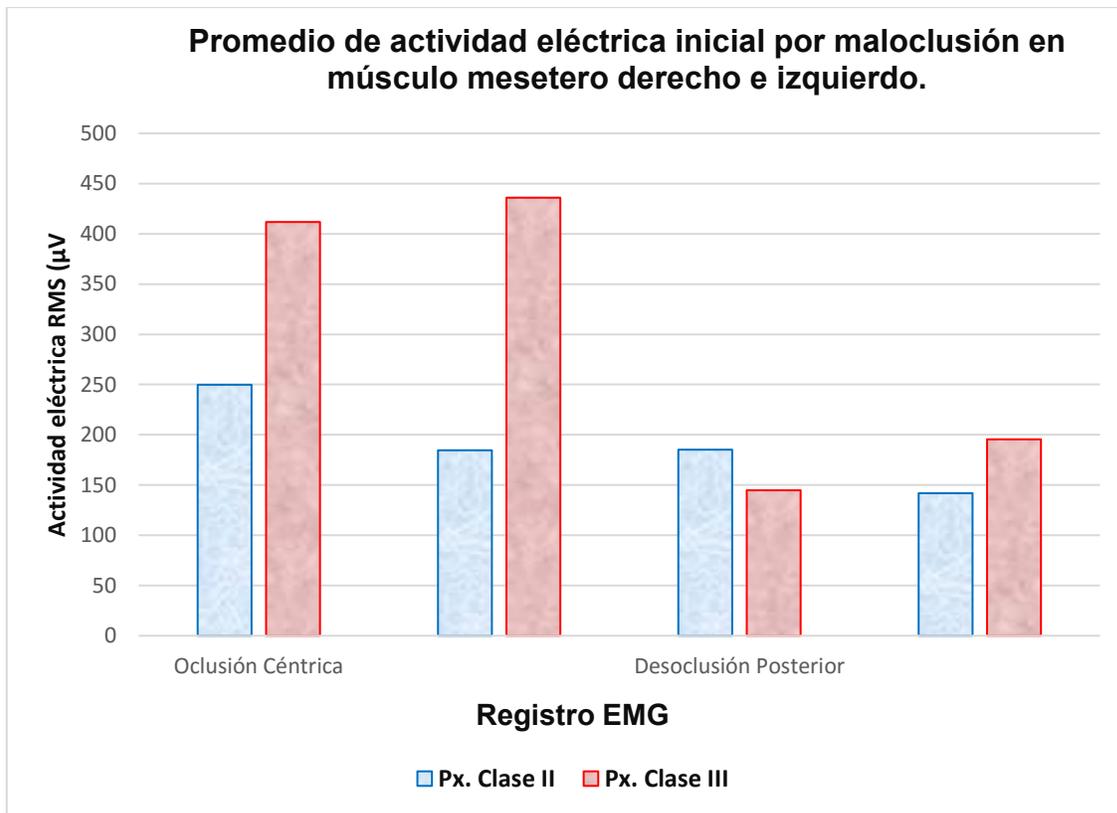
En la Tabla 3 se observa el registró Inicial, realizado durante el tamizaje diagnóstico ortodóntico de los dos grupos. (Grupo 1 (n=6) pacientes con maloclusión clase II y

Grupo 2 (n=4) pacientes con maloclusión clase III). Se registró los valores RMS en oclusión céntrica y desoclusión posterior del músculo masetero derecho y músculo masetero izquierdo de los cuales se obtuvo un Promedio (\bar{X}) RMS por grupo. Los valores RMS fueron más elevados en oclusión céntrica corresponden al Grupo 2 (\bar{X} RMS Izquierdo: 411.8 μ V y \bar{X} RMS Derecho: 436.0 μ V), en comparación con el Grupo 1 (\bar{X} RMS Izquierdo: 249.8 μ V y \bar{X} RMS Derecho: 184.6 μ V).

Promedio RMS Inicial por maloclusión en músculo masetero derecho e izquierdo en pacientes con Maloclusión Clase II y Clase III.					
Grupo 1 (Pacientes con Maloclusión Clase II)					
No.	PACIENTE	Oclusión Céntrica		Desoclusión Posterior	
		Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
Px. 1	Rocío Pérez Rueda	261 μ V	247 μ V	188 μ V	126 μ V
Px. 2	Diana Collin Ramírez	88 μ V	119 μ V	49 μ V	69 μ V
Px. 3	Juan Garnica Sánchez	25 μ V	26 μ V	40 μ V	38 μ V
Px. 4	Ileana Rodríguez Castañeda	205 μ V	246 μ V	183 μ V	226 μ V
Px. 5	Karen Rodríguez Castañeda	238 μ V	59.1 μ V	144 μ V	32.4 μ V
Px. 6	Eddy González Altamirano	693 μ V	473 μ V	510 μ V	344 μ V
	PROMEDIO	249.8 μ V	184.6 μ V	185.2 μ V	141.9 μ V
Grupo 2 (Pacientes con Maloclusión Clase III)					
	PACIENTE	Oclusión Céntrica		Desoclusión Posterior	
		Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
Px. 7	Jorge Salgado Bermúdez	498 μ V	511 μ V	187 μ V	196 μ V
Px. 8	Tamara Guzmán Bernal	210 μ V	131 μ V	201 μ V	184 μ V
Px. 9	Brayan Ramos Hernández	682 μ V	886 μ V	139 μ V	293 μ V
Px. 10	Diana Ramos Hernández	257 μ V	216 μ V	52.1 μ V	109 μ V
	PROMEDIO	411.8 μ V	436.0 μ V	144.8 μ V	195.5 μ V

Tabla 3. Promedio RMS Inicial por maloclusión en músculo masetero derecho e izquierdo

En la Gráfica 1 se puede observar la diferencia significativa de los valores RMS obtenido en base a los registros electromiográficos en oclusión céntrica y desoclusión posterior, realizados durante la etapa diagnóstica, se ilustra que el promedio RMS del Grupo 2 en oclusión céntrica es más elevado (derecho e izquierdo) en comparación a los promedios RMS obtenidos por el Grupo 1.



Gráfica 1. Promedio de actividad eléctrica Inicial por maloclusión en músculo masetero derecho e izquierdo

En ambos grupos, (grupo 1 (n=6) pacientes con maloclusión Clase II y grupo 2 (n=4) pacientes con maloclusión Clase III), se incluyeron pacientes con trastorno TTM, los cuales fueron previamente diagnosticados.

Para el diagnóstico se realizó historia clínica de Especialización en Ortodoncia FES Iztacala y el estudio de la ATM del Laboratorio de Fisiología de la DEPeI.

Por indicación académica, a los pacientes que presentaron durante la evaluación clínica, manifestación significativa de ruidos articulares específicamente, se monitorizo la posición condilar a través MCD (Measures Condyle Displacement)

utilizando el articulador AD2. Como parte del tamizaje diagnóstico en ortodoncia se elaboraron registros electromiográficos EMG-s a cada paciente de los músculos maseteros y temporales.

Se reportó una alta actividad electromiográfica de los músculos maseteros y temporales en los pacientes con TTMs, como se puede observar en la Tabla 3, los pacientes registraron un RMS mayor a 200 μ V, sin embargo es importante completar este diagnóstico con una correcta anamnesis y un minucioso análisis clínico ya que no todos los pacientes clase III cuyo registró fue mayor a 200 μ V presentan TTM, a diferencia de los músculos maseteros de los pacientes que no presentan TTMs en donde no se encontró aumento significativo en la actividad eléctrica muscular analizada por registró electromiográfico, de ahí la importancia de realizar una minuciosa historia clínica (Anexo 1 y Anexo 2), ya que los TTMs hacen referencia a un grupo de condiciones de disfunción y dolor, cuyas etiologías son únicas y complejas, de tal forma que pueden afectar varios aspectos del sistema masticatorio. Con base en lo anterior los pacientes diagnosticados con TTM fueron: Px. 3, Px. 4, Px. 6, Px. 9 y Px. 10.

Por tal motivo la muestra de estudio se dividió en cuatro subgrupos: en pacientes clase II sin TTM, pacientes clase II con TTM, Pacientes Clase III sin TTM y Pacientes Clase III con TTM. A los dos subgrupos con TTMs se indicó uso FOF, previo al tratamiento de ortodoncia, ya que es un dispositivo ortopédico diseñado específicamente para el control y evaluación de los TTMs. Se indicó el uso de FOF y se programaron citas control cada 4 semanas posterior a la colocación para realizar ajustes con base a registró electromiográfico.

En la Tabla 4 se encuentra el registró RMS de los cinco pacientes diagnosticados con TTM, tres pacientes clase II y dos pacientes clase III, se observa en las primeras columna el registró realizado a los 30 días (1°mes), posterior a la colocación de la FOF fecha en la cual se realizó el primer ajuste, y en las dos columnas subsecuentes se encuentra los registros RMS correspondiente a los 60 y 90 días (2° y 3°mes) respectivamente, al tiempo de uso de FOF en oclusión céntrica del

músculo masetero derecho e izquierdo de pacientes con TTM. Estadísticamente se encuentra una discrepancia bilateral homologa en ambos grupos, de igual manera se observa una disminución paulatina y equilibrio de la actividad eléctrica muscular bilateral, con el uso de la FOF durante los tres meses.

RMS en oclusión céntrica de pacientes con TTM a diferentes tiempos durante el uso de férula oclusal fisiológica						
Grupo 1 Pacientes maloclusión clase II con TTM						
	1° MES		2° MES		3°MES	
No.	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO
Px. 4	130 μ V	132 μ V	117 μ V	150 μ V	146 μ V	146 μ V
Px. 5	298 μ V	95 μ V	208 μ V	69 μ V	198 μ V	53 μ V
Px. 6	266 μ V	227 μ V	219 μ V	196 μ V	95.3 μ V	85.7 μ V
Grupo 2 Pacientes maloclusión clase III con TTM						
	1° MES		2° MES		3°MES	
No.	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO
Px. 9	349 μ V	458 μ V	208 μ V	309 μ V	139 μ V	117 μ V
Px. 10	176.6 μ V	128.5 μ V	128 μ V	125 μ V	76.6 μ V	98.5 μ V

Tabla 4. RMS en oclusión céntrica de pacientes con TTM a diferentes tiempos durante el uso de Férula oclusal fisiológica

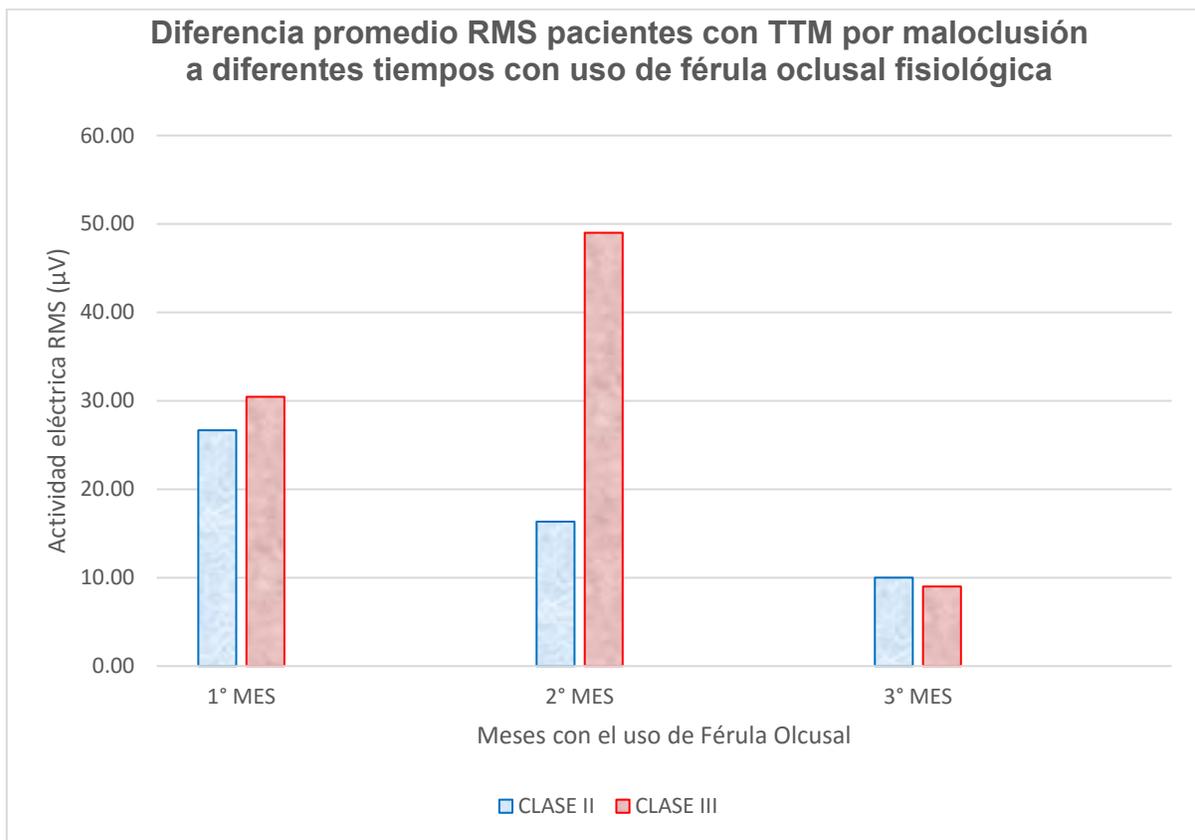
Estadísticamente se obtuvo el promedio (\bar{X}) RMS de los pacientes en tratamiento de TTM por medio de uso de FOF, por mes en oclusión céntrica en los músculos masetero derecho e izquierdo, clasificado por grupo se observa en la Tabla 5. Con esta distribución podemos decir que la tendencia de actividad eléctrica muscular del grupo 1 disminuye drásticamente entre el primer y segundo mes de uso FOF. El grupo 2 muestra la misma tendencia, pero posterior a los 60 días de uso entre el segundo y tercer mes. Sin embargo, el nivel promedio RMS es considerablemente más alto los tres meses en el grupo 2.

Distribución promedio de RMS en oclusión céntrica por maloclusión a diferentes tiempos en músculo masetero derecho e izquierdo de pacientes con TTMs durante el uso de férula oclusal fisiológica.						
Grupo 1 Pacientes maloclusión clase II con TTM						
	1° MES (30 días)		2° MES (60 días)		3°MES (90 días)	
Músculo	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
Valor medio (\bar{X})	231.33 μ V	204.67 μ V	169.00 μ V	152.67 μ V	124.10 μ V	123.23 μ V
Desviación Estándar (DE)	(DE=89.20)	(DE=64.47)	(DE=51.03)	(DE=42.06)	(DE=26.04)	(DE=32.75)
Diferencia	24.73		8.97		6.71	
Grupo 2 Pacientes maloclusión clase III con TTM						
	1° MES (30 días)		2° MES (60 días)		3°MES (90 días)	
Músculo	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
Valor medio (\bar{X})	262.8 μ V	293.25 μ V	168 μ V	217 μ V	107.8 μ V	107.75
Desviación Estándar (DE)	(DE=121.91)	(DE=232.99)	(DE=56.57)	(DE=130.11)	(DE=44.12)	(DE=13.08)
Diferencia	111.09		73.54		31.04	

Tabla 5. Distribución promedio de RMS en oclusión céntrica por maloclusión a diferentes tiempos en músculo masetero derecho e izquierdo de pacientes con TTMs durante el uso de férula oclusal fisiológica.

Al analizar los datos en función a las diferencias del RMS por maloclusión, por músculo y por tiempo, se observa en la Gráfica 2 que los valores, son elevados en el primer registró, pero la diferencia en el RMS fue mayor al inicio, en pacientes Clase III con TTM, como se puede observar en la Tabla 4 y 5, también se observa la disminución paulatina del RMS con el uso de la férula oclusal fisiológica.

La diferencia en la actividad eléctrica muscular fue menor en los pacientes Clase II, ya que en los pacientes Clase III se observó disminución del RMS posterior al uso de Férula (60 y 90 días). Como se observa en la Gráfica 2. A pesar que en ambos grupos disminuyo y “equilibro” la Actividad eléctrica muscular los pacientes con maloclusión Clase III se mantuvieron con niveles elevados durante los tres meses.



Gráfica 2. Diferencia promedio RMS pacientes con TTM por maloclusión a diferentes tiempos con uso de Férula oclusal fisiológica

Se ha comprobado que la función de los músculos es de gran importancia para la formación y tratamiento de las maloclusiones, ya que la musculatura desempeña una función especial en el modelado de los huesos, gracias al equilibrio de los

músculos antagonistas dependiendo de este equilibrio tanto del tono como de las fuerzas musculares, ya sea en reposo como en múltiples funciones: deglución, fonación y masticación.

Una vez erradicado o disminuido los TTM's en los pacientes se inicia tratamiento de ortodoncia en ambos grupos, se coloca aparatología fija, (La técnica utilizada en cada grupo es diferente ya que se seleccionó con base a las necesidades de cada paciente) se programan citas control cada mes (30 días) en la clínica de Especialización en Ortodoncia Naucalpan de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala que pertenece a la Universidad Nacional Autónoma de México: (donde se realizó tratamiento ortodóntico) y de igual forma se realizan registros electromiográficos de forma paralela al tratamiento de ortodoncia, programando las citas después de cada activación o control ortodóntico, cada mes (30 días) en el laboratorio de Fisiología de la DEPEI del Posgrado de Odontología UNAM, Ciudad Universitaria (donde se realizaron estudios electromiográficos). Durante el período de enero 2015 a Julio del 2016.

En la Tabla 6 se observa el registró RMS de los pacientes Clase II durante el tratamiento de ortodoncia durante el el período de enero 2015 a Julio del 2016, se observa que el registró inicial es el más elevado durante estas dos etapas (Fase 1 y Fase 2) del tratamiento.

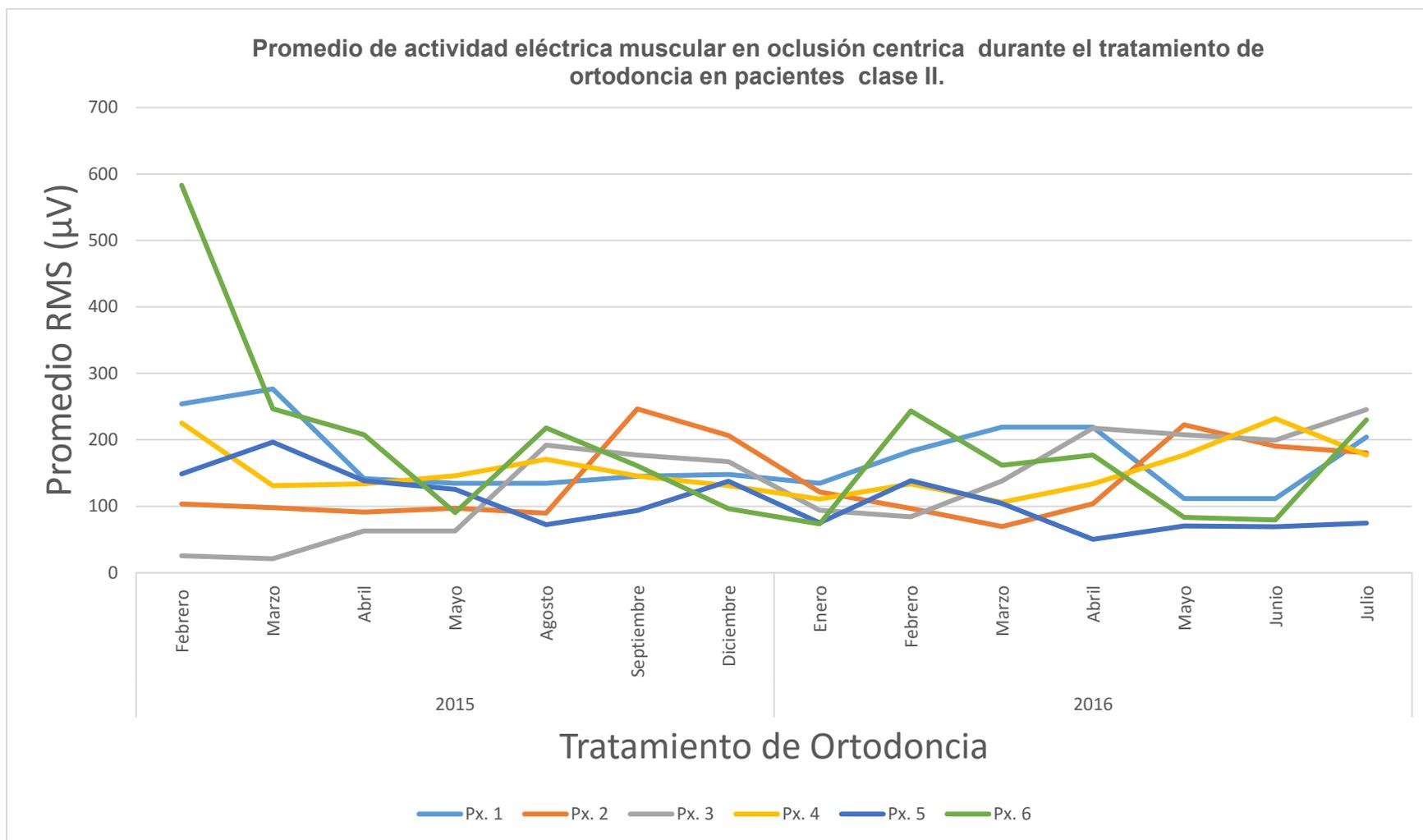
Como se ilustra en la Gráfica 3, la actividad eléctrica muscular no se mantiene estable y se modifica directamente proporcional a la fuerza aplicada durante la mecánica de tratamiento. Durante la primera fase (primeros 4-6 meses) del tratamiento ortodóntico la actividad eléctrica muscular baja drásticamente, al comienzo de la segunda fase la actividad eléctrica muscular aumenta, específicamente con el uso de elásticos intermaxilares, por medio de los registros electromiográficos se observó que durante más pesado sea el elástico más aumenta la actividad eléctrica, como se observa el promedio RMS durante el mes de agosto del Px. 6 el cual presenta antecedente de TTM. Con base a la Gráfica 3, podemos decir que la actividad eléctrica no se mantiene estable, se observa que baja drásticamente una vez que se coloca la aparatología fija y se empieza a eliminar el apiñamiento y se modifica directamente proporcional a la fuerza aplicada durante la mecánica de tratamiento, durante la primera fase la actividad baja drásticamente pero se desfasa cuando se indica uso de elástico intermaxilares.

La variación en el comportamiento de la actividad eléctrica muscular no se expresó de la misma manera en todos los pacientes, a pesar que por grupos presentan la misma maloclusión, ya que la maloclusión se rige, modifica y responde por diferentes factores, por tal motivo el tratamiento fue personalizado, con base a las necesidades de cada paciente. De ahí la importancia de estudiar los casos de forma independiente.

Promedio RMS tratamiento ortodoncia en oclusión céntrica del músculo maseteros en pacientes con clase II.

No.	2015														2016													
	Feb.		Mar.		Abril		Mayo		Agos		Sept.		Dic		Enero		Feb		Mar		Abril		May		Jun		Jul	
	Izq. µV	Der. µV																										
Px. 1	261	247	298	255	171	112	131	138	131	138	173	117	113	183	131	138	183	183	234	204	234	204	58	165	58	165	180	228
\bar{X}	254		276.5		141.5		134.5		134.5		145		148		134.5		183		219		219		111.5		111.5		204	
Px. 2	88	119	83.8	112	84.5	98	96.9	97	86.9	92.5	405	88	335	78	141	102	101	92	69.9	69	94.5	113	258	187	162	219	152	209
\bar{X}	103.5		97.9		91.25		96.95		89.7		246.5		206.5		121.5		96.5		69.45		103.75		222.5		190.5		180.5	
Px. 3	25	26	21.2	20.9	84.8	41.2	84.8	41.2	187	197	167	187	157	177	99.7	88.2	89.7	78.2	162	114	217	218	207	208	152	247	219	272
\bar{X}	25.5		21.05		63		63		192		177		167		93.95		83.95		138		217.5		207.5		199.5		245.5	
Px. 4	205	246	130	132	117	150	146	146	195	146	135	156	130	132	100	122	117	150	107	105	117	150	143	211	193	271	143	211
\bar{X}	225.5		131		133.5		146		170.5		145.5		131		111		133.5		106		133.5		177		232		177	
Px. 5	238	59.1	298	95	208	69	198	53	118	26.3	97.8	89.6	138	137	86.5	63.5	141	136	111	97.2	69.2	31.3	59.2	81.3	79.8	58.7	85	64
\bar{X}	148.55		196.5		138.5		125.5		72.15		93.7		137.5		75		138.5		104.1		50.25		70.25		69.25		74.5	
Px. 6	693	473	266	227	219	196	95.3	85.7	234	202	169	153	108	84.3	84.5	62.3	267	220	196	127	188	166	99	68	97.4	61.5	197	263
\bar{X}	583		246.5		207.5		90.5		218		161		96.15		73.4		243.5		161.5		177		83.5		79.45		230	

Tabla 6 Promedio RMS en oclusión céntrica del músculo maseteros en pacientes con clase II.



Gráfica 3. Promedio de actividad eléctrica muscular en oclusión céntrica durante el tratamiento de ortodoncia en pacientes clase II

Px.1 Paciente Femenino, 23 años de edad, sin antecedente personal patológicos de relevancia, antecedentes heredofamiliares: Diabetes, cáncer e hipertensión (abuelos maternos).



Figura 36. Px1. Galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía

Diagnóstico: Clase II esquelética (protrusión maxilar) dólicofacial, clase II dental (molar y canina bilateral), perfil convexo. En la Figura 36 se encuentra la galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía de la Px.1.

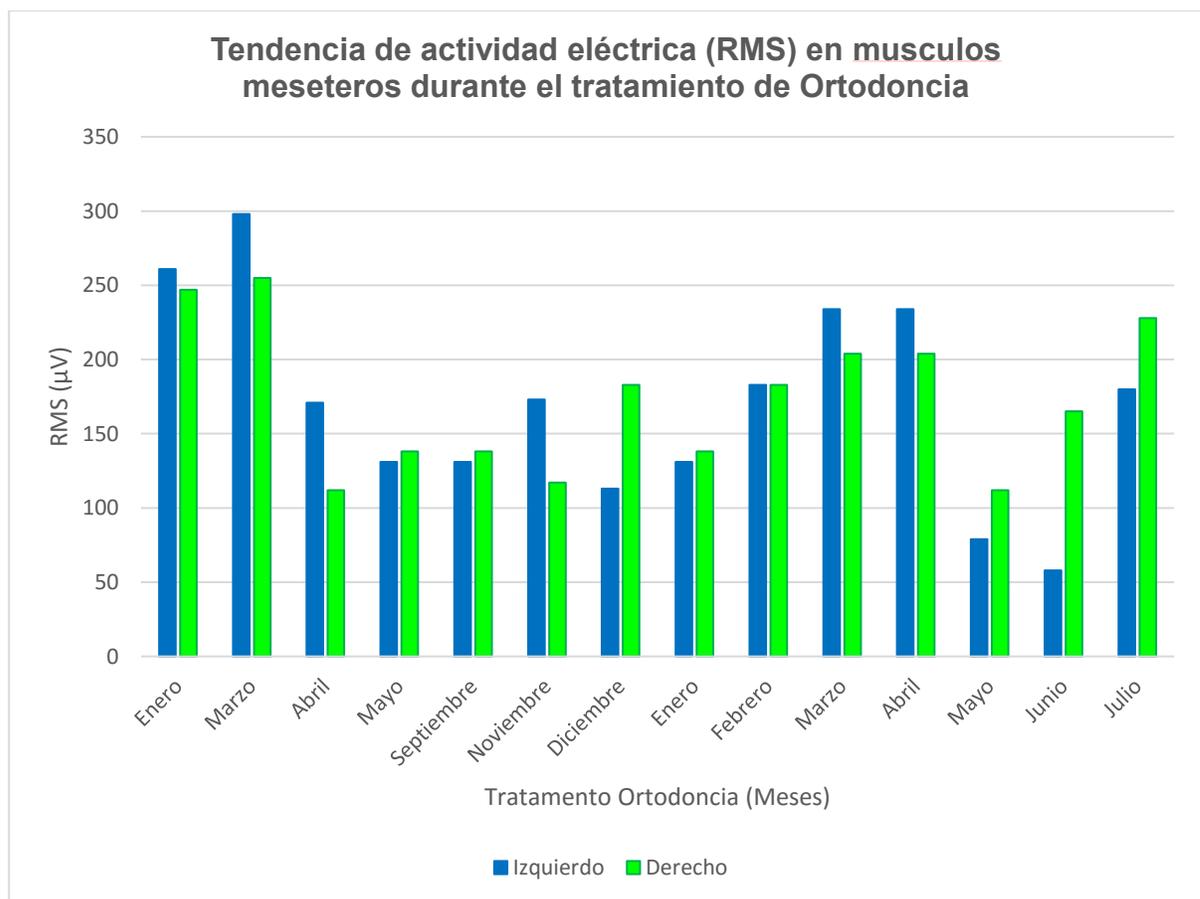


Figura 37. Px1. Galería Intraoral.

Figura 37 se observa la galería intraoral correspondiente a los registros RMS Inicial, RMS Mínimo, RMS Máximo y RMS Progreso, obtenidos durante el tratamiento del Px. 1

(paciente femenino, 23 años de edad, clase II, sin antecedente de trastorno temporomandibular.).

El comportamiento de la actividad eléctrica muscular de forma general de los músculos maseteros izquierdo y derecho de la Px. 1 durante el tratamiento de ortodoncia, se puede apreciar en la en la Gráfica 4, donde se encuentra los valores RMS (μV) de los músculos masetero izquierdo (azul) y músculo masetero derecho (verde) obtenido cada mes durante el periodo de enero 2015 a Julio 2016.

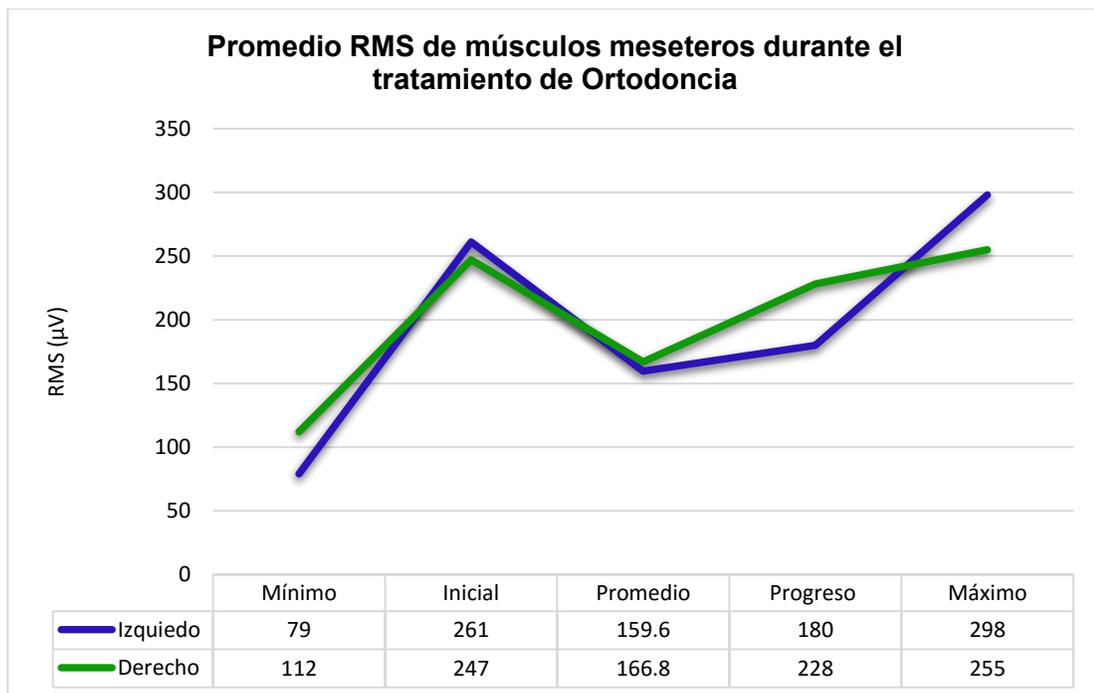


Gráfica 4. Tendencia de actividad eléctrica (RMS) en músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

Previo al tratamiento de ortodoncia se registró RMS Inicial (Izquierdo $261 \mu\text{V}$ y Derecho $247 \mu\text{V}$). Se inicia tratamiento de ortodoncia en el mes de enero 2015, durante el tratamiento el RMS mínimo (Izquierdo $79 \mu\text{V}$ y Derecho $112 \mu\text{V}$) el cual corresponde al

mes de mayo del 2016 dentro de la 2° fase del tratamiento, cuando la paciente portaba arcos de acero 0.016x0.016 y elásticos de 1/4 medianos (6mm. 4 ½ oz).

El RMS máximo (Izquierdo 298 μ V y Derecho 255 μ V) el cual corresponde al mes de marzo 2015 dentro de la 1° fase del tratamiento cuando se colocó aparatología fija (Alexander slot 0.018). El RMS progreso (Izquierdo 180 μ V y Derecho 228 μ V) correspondiente al mes de junio 2016 cuando se colocaron arcos Niti 0.016X0.022 y se indicaron dos elástico intermaxilares del lado izquierdo de 1/8 pesados (3mm 6 ½ oz.).



Gráfica 5. Promedio RMS de músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

En la Gráfica 5 observar la tendencia de la actividad eléctrica muscular, durante la primera fase fue en aumento y durante la segunda fase se mantuvo estable con el uso de elásticos intermaxilares. Con base a los registros RMS registrados durante todo el tratamiento se obtuvo un promedio general (Izquierdo 159.6 μ V y Derecho 166.8 μ V) con una desviación estándar (Izquierdo 71.6 μ V y Derecho 41.6 μ V).

Px.2 Paciente Femenino de 15 años de edad, con antecedente personal patológico de Hepatitis A (tratado) y sin antecedentes heredofamiliares de relevancia.



Figura 38. Px2. Galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía

Diagnóstico: Clase I esquelética, braquifacial, clase II dental (molar y canina bilateral), protrusión incisivos superiores, perfil convexo, crecimiento neutro. En la Figura 38 se observa la galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía de la Px. 2.

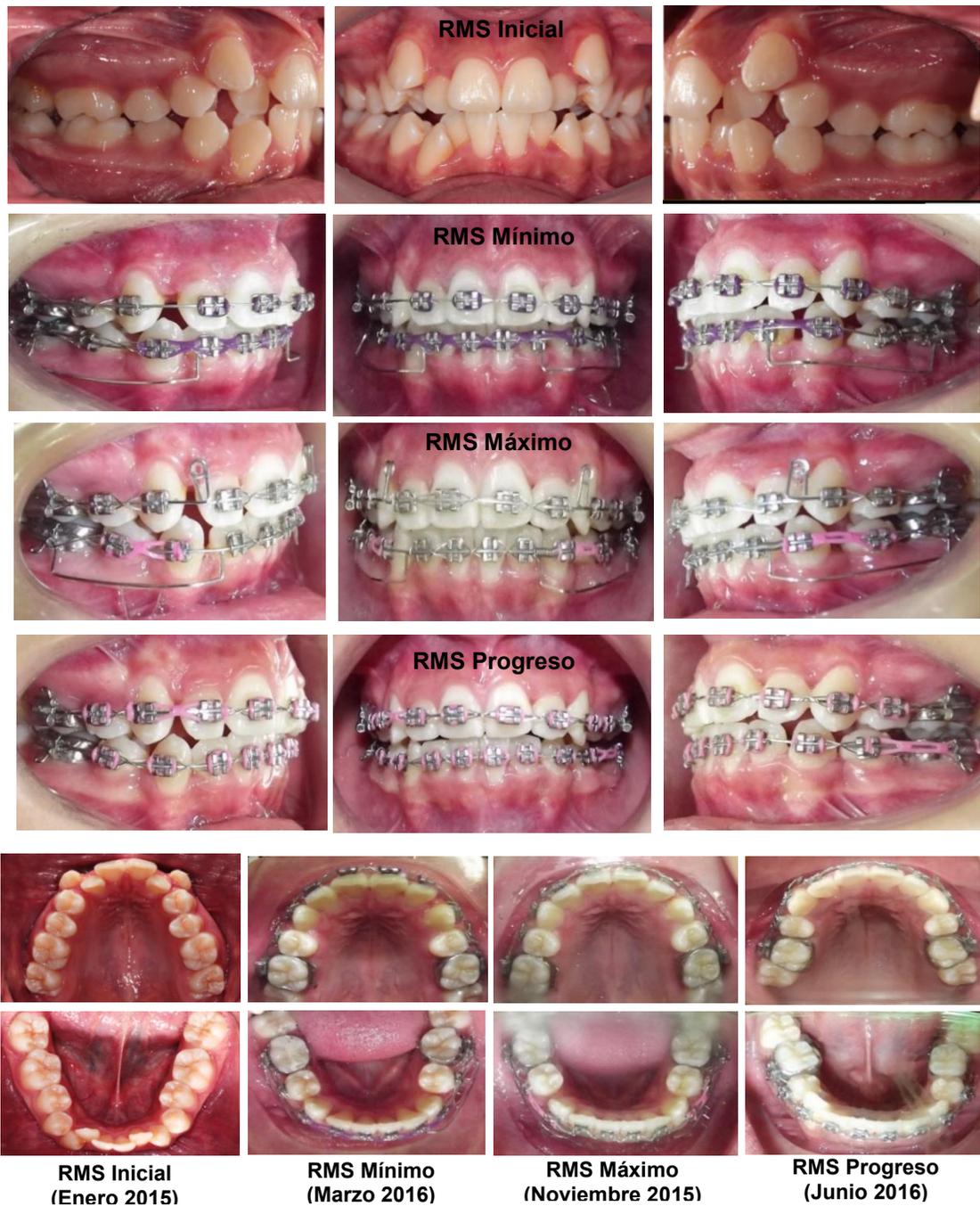
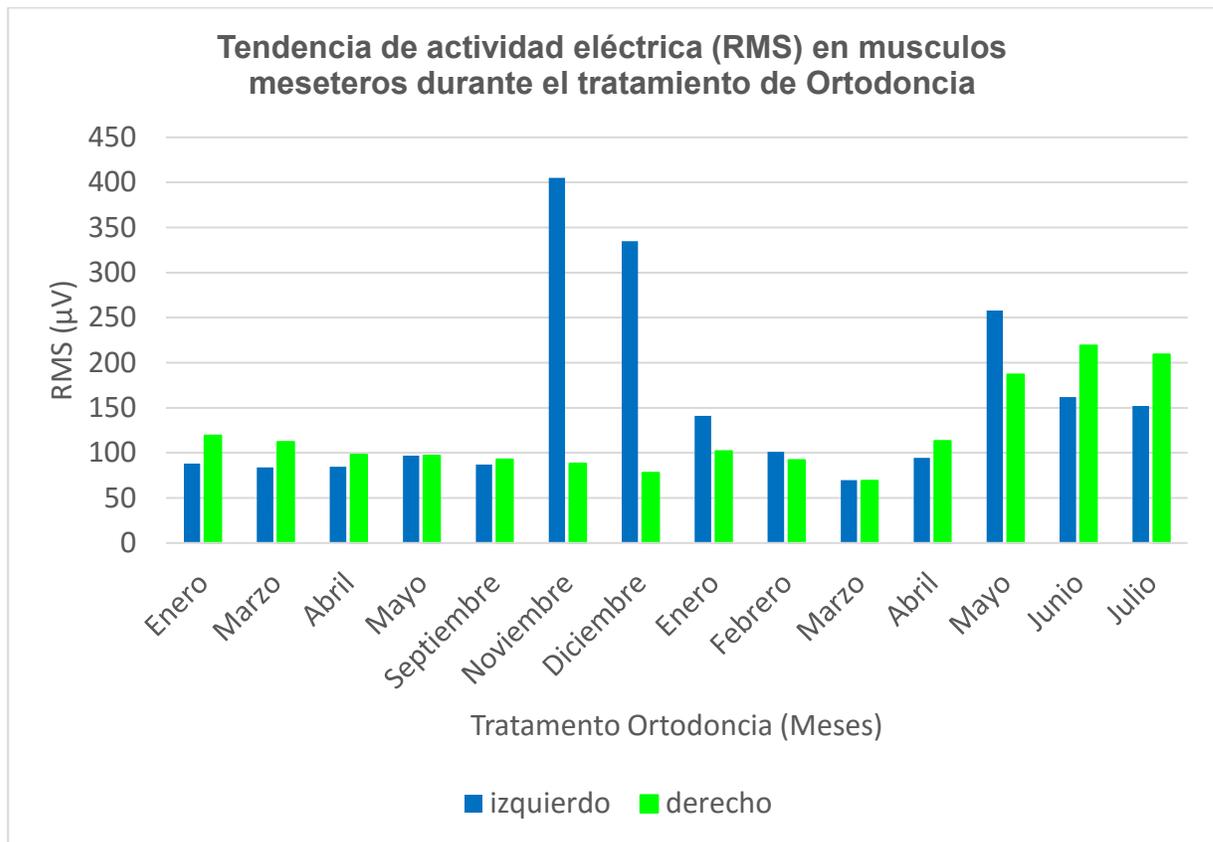


Figura 39. Px2. Galería Intraoral.

En la Figura 39 se observa la galería intraoral correspondiente a los registros RMS Inicial, RMS Mínimo, RMS Máximo y RMS Progreso obtenidos durante el tratamiento de la Px. 2 (paciente femenino, 15 años de edad, Clase II sin antecedente de trastorno temporomandibular).

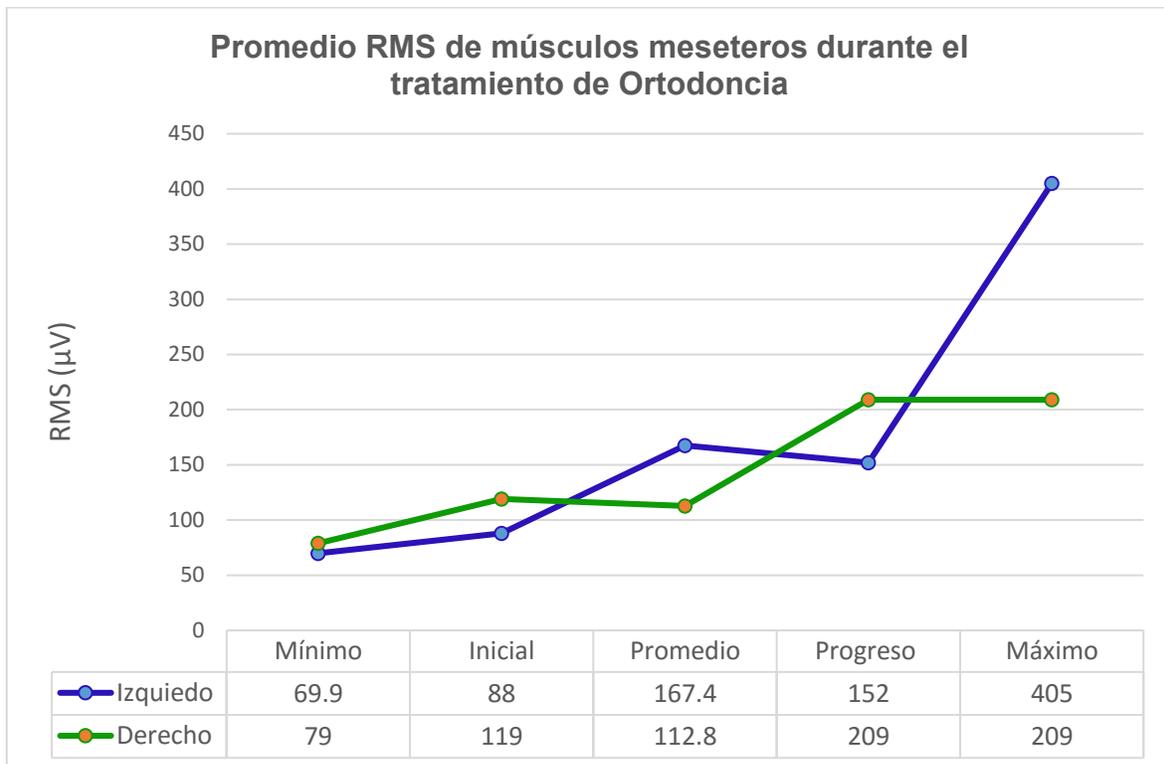
El comportamiento de la actividad eléctrica muscular de forma general de los músculos maseteros izquierdo y derecho de la Px. 2 durante el tratamiento de ortodoncia, se puede apreciar en la en la Gráfica 6, donde se encuentra el valor RMS (μV) de los músculos masetero izquierdo (azul) y músculo masetero derecho (verde) obtenido cada mes durante el periodo de enero 2015 a julio 2016.



Gráfica 6. Tendencia de actividad eléctrica (RMS) en músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

Se registró RMS Inicial (Izquierdo $88 \mu\text{V}$ y Derecho $119 \mu\text{V}$) se inicia tratamiento de ortodoncia en el mes de enero 2015 se colocó aparatología Edwgise 0.018, utilizo técnica Bioprogresiva y se indicó extracciones de los cuatro piremos premolares. Durante el tratamiento el RMS mínimo (Izquierdo $69.9 \mu\text{V}$ Derecho $79 \mu\text{V}$) corresponde al mes de marzo del 2016 dentro de la segunda fase del tratamiento, la paciente portaba arcos acero 0.016 x 0.016 en arcada superior, arco Niti 0.014 y de anclaje arco utilitario 0.016 x 0.016 en ambas arcadas con cadena elástica de OD 33 a 43 en arcada inferior. El RMS máximo (Izquierdo $405 \mu\text{V}$ y Derecho $209 \mu\text{V}$) corresponde al mes de noviembre 2015 dentro de la

2° fase del tratamiento cuando se colocó arco retracción con curva inversa elaborado con alambre Blue Elgiloy 0.016x0.016 para la arcada superior y arco Niti 0.016 con arco utilitario 0.016x0.016 y cadena elástica de OD: 33 a 36 y 43 a 46 en arcada inferior el último registró. El RMS progreso (Izquierdo 152 μ V y Derecho 209 μ V) correspondiente al mes de junio 2016 cuando se colocaron arcos de acero 0.016 x0.016, cadena elástica de OD 12 a 13 y de 35 a 36, como se aprecia en la Figura 39.



Gráfica 7. Promedio RMS de músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

En la gráfica 7 se observa la tendencia de la actividad eléctrica muscular, durante la primera fase se encuentra estables y durante la segunda fase aumento considerablemente cuando se realizó la retracción de segmento anterior superior. Se obtiene al promedio de los registros RMS durante todo el tratamiento (Izquierdo 167.4 μ V y Derecho 112.8 μ V) con una desviación estándar (Izquierdo 122.2 μ V y Derecho 41.8 μ V).

Px, 3, paciente masculino, 19 años de edad con antecedente personal patológico: Gastritis y antecedentes heredofamiliares de relevancia: Artritis Reumatoide (madre) y Lupus (tía materna).

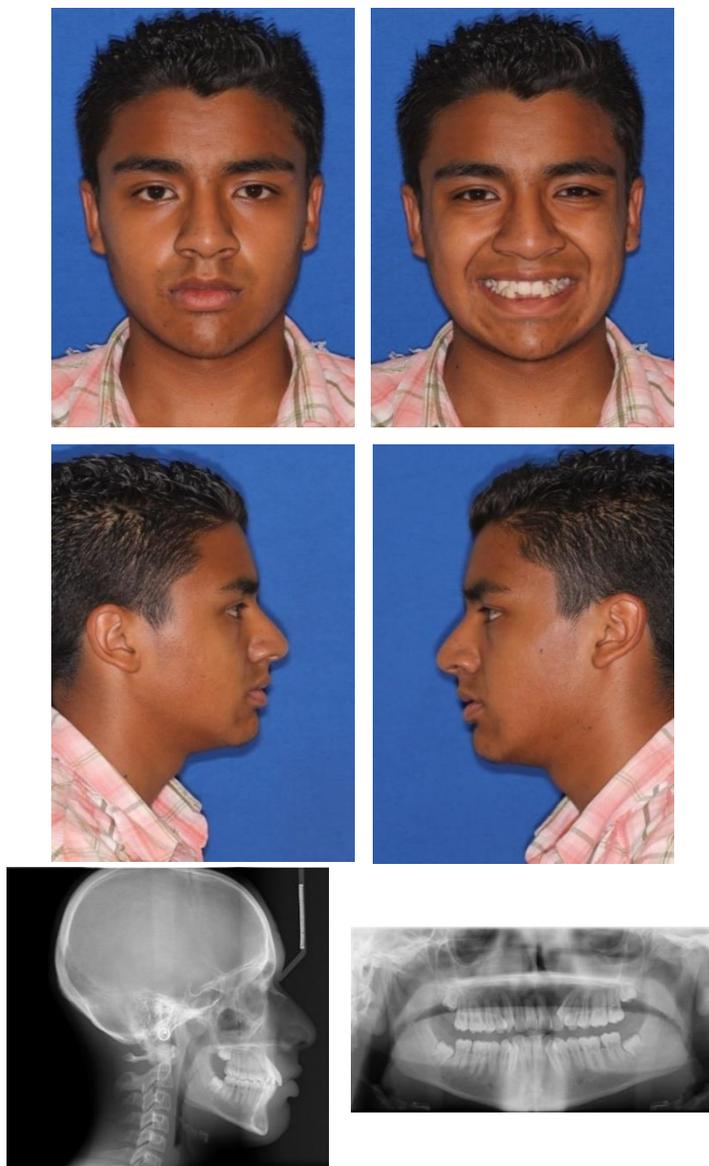


Figura 40. Px3. Galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía

Diagnóstico: Clase II esquelética (protrusión maxilar), dólicofacial, clase I dental (molar y canina bilateral), protrusión incisivos superiores e inferiores, perfil convexo. En la Figura 40 se encuentra la galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía del Px. 3.

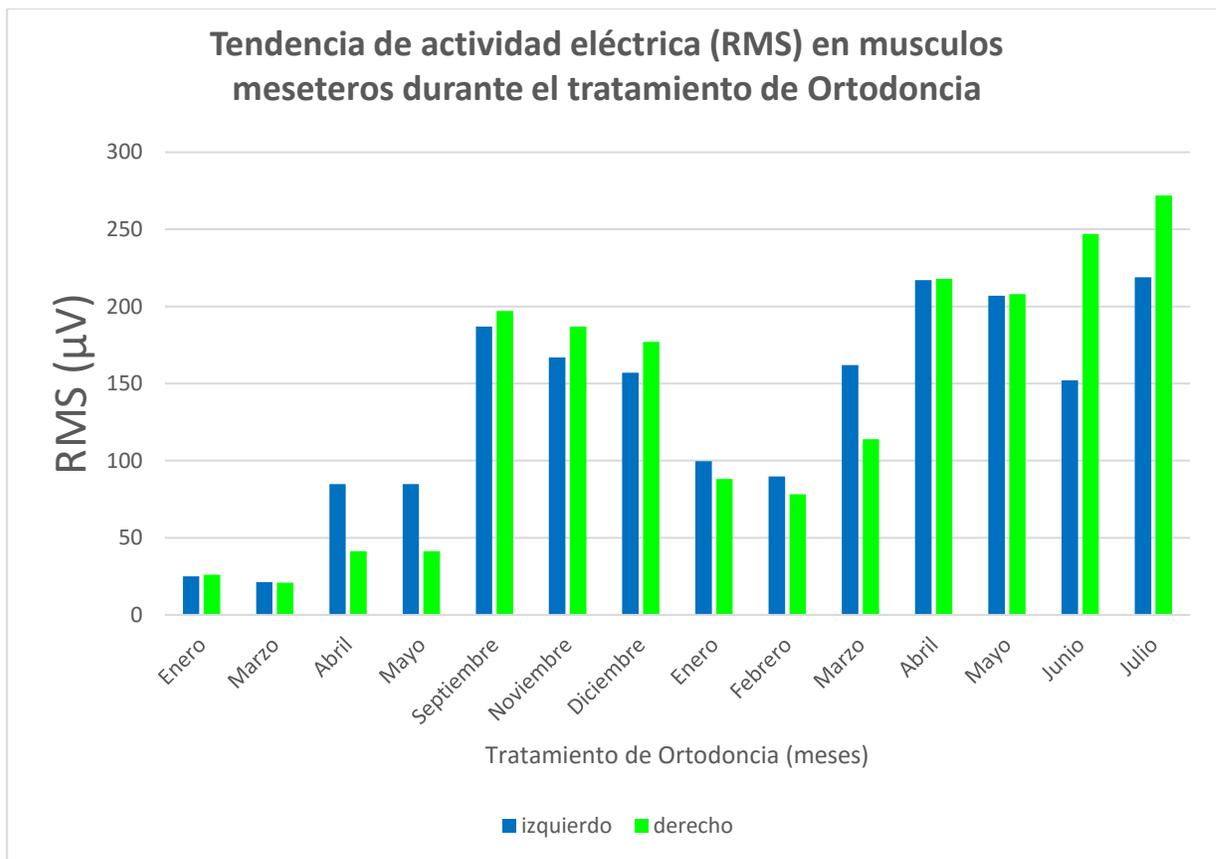


Figura 41. Px3. Galería Intraoral.

En la Figura 41 se observa la galería intraoral correspondiente a los registros RMS Inicial, RMS Mínimo, RMS Máximo, y RMS Progreso obtenidos durante el tratamiento del Px. 3

(paciente masculino, 19 años de edad, clase II sin antecedente de trastorno temporomandibular).

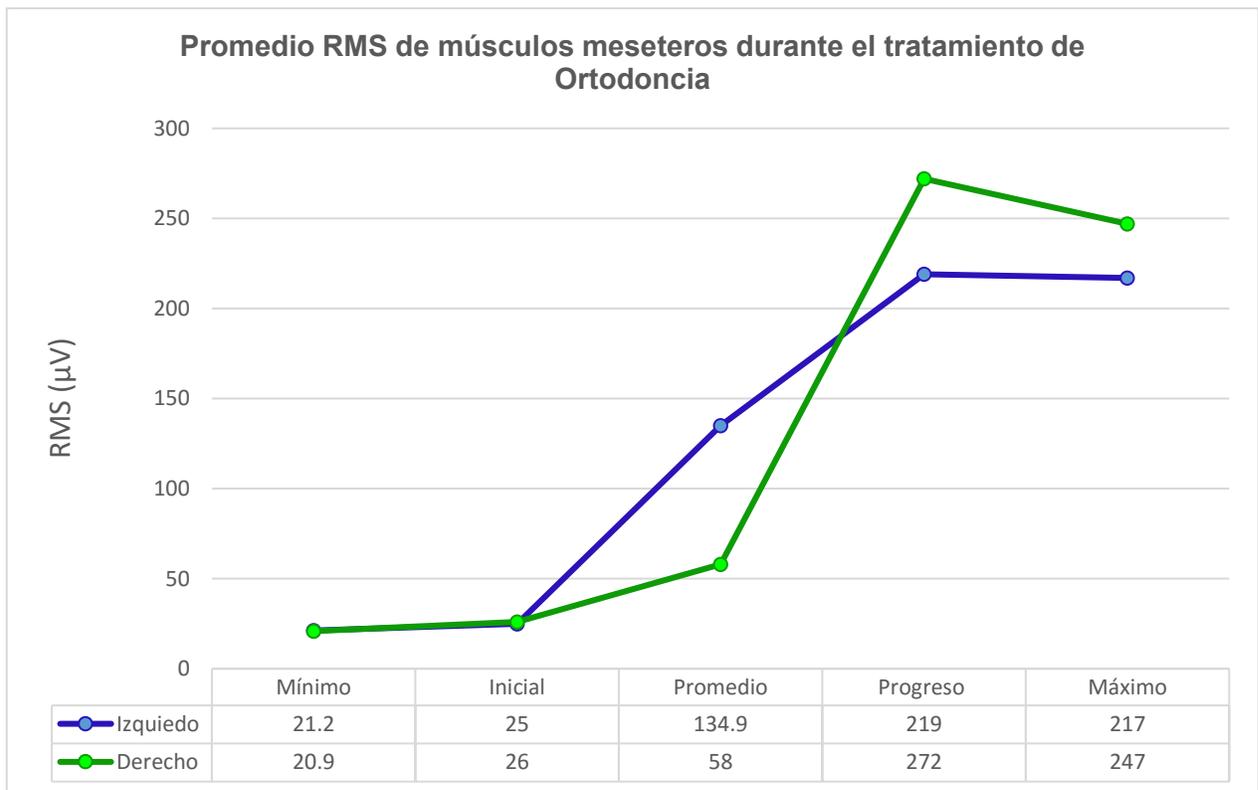
El comportamiento de la actividad eléctrica muscular de forma general de los músculos maseteros izquierdo y derecho del Px. 3 durante el tratamiento de ortodoncia, se puede apreciar en la en la Gráfica 8, donde se encuentra el valor RMS (μV) de los músculos masetero izquierdo (azul) y músculo masetero derecho (verde) obtenido cada mes durante el periodo de enero 2015 a julio 2016.



Gráfica 8. Tendencia de actividad eléctrica (RMS) en músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

Previo al tratamiento de ortodoncia se registró RMS Inicial (Izquierdo $25 \mu\text{V}$ y Derecho $26 \mu\text{V}$) en el mes de enero 2015 se colocó aparatología fija Protorque slot 0.018, se indicó extracciones de los cuatro primeros premolares, el paciente portaba anclaje máximo: botón de Nance y arco lingual. Durante el tratamiento el RMS mínimo (Izquierdo $21.2 \mu\text{V}$ y Derecho $20.9 \mu\text{V}$, se registró en el mes de marzo del 2015, al inicio de la primera fase del

tratamiento se colocaron arcos Niti 0.012 superior e inferior. El RMS máximo (Izquierdo 219 μ V y Derecho 272 μ V) corresponde al mes de Abril 2015 dentro de la segunda fase del tratamiento, se colocó Arco Retracción con alambre de acero 0.016x0.016 para la arcada superior y arco Niti 0.016 con en arcada inferior se indicaron elásticos de 3/16 medianos (5mm 4 ½ oz). 24 horas al día. El RMS progreso (Izquierdo 217 μ V y Derecho 247 μ V) mes de Julio 2016 cuando se colocó arco de retracción superior Acero 0.016 x 0.022 en arcada superior y arco de Niti 0.016 x 0.022 con cadena de OD: 36 a 46 en arcada inferior, como se aprecia en la Figura 41.



Gráfica 9. Promedio RMS de músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

En la Gráfica 9 se observa la tendencia de la actividad eléctrica muscular, durante la primera fase se encuentra demasiado baja y estable fue aumentando progresivamente una vez que se alinearon y nivelaron los dientes y se colocaron los caninos en clase I Se obtiene al promedio de los registros RMS durante todo el tratamiento (Izquierdo 134.9 μ V y Derecho 58 μ V) con una desviación estándar (Izquierdo 124 μ V y Derecho 78.6 μ V).

Px. 4 Paciente Femenino de 29 años de edad, antecedente personal patológico: Rinitis alérgica, respirador bucal, y bruxismo, antecedentes heredo familiares de relevancia: Artritis Reumatoide (abuelo materno).

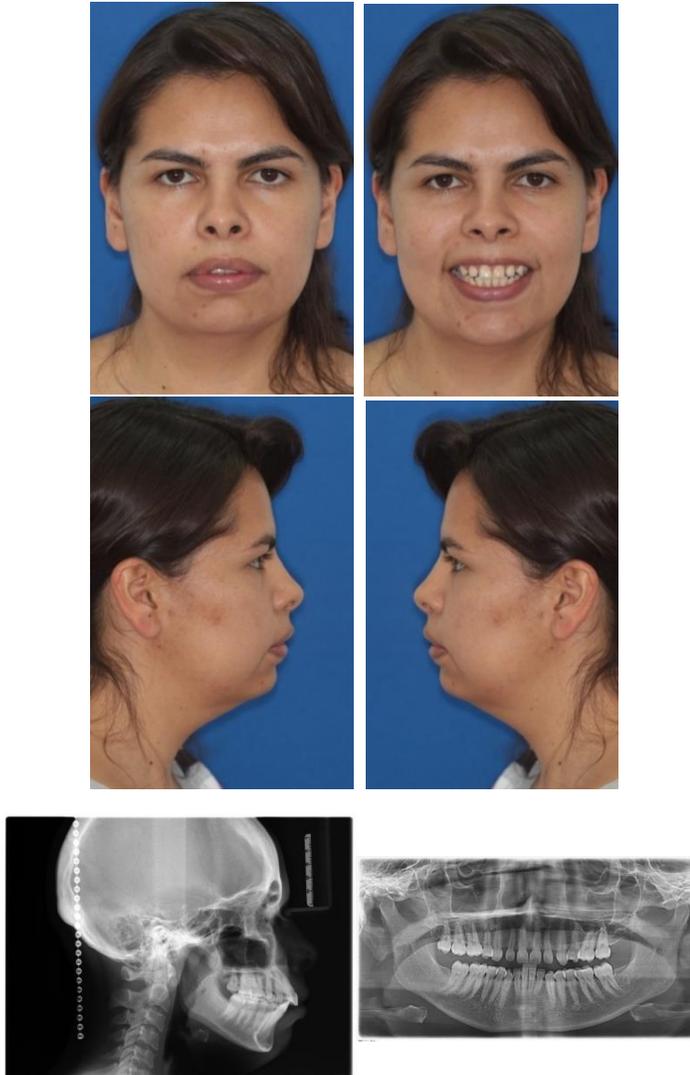


Figura 42. Px4. Galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía

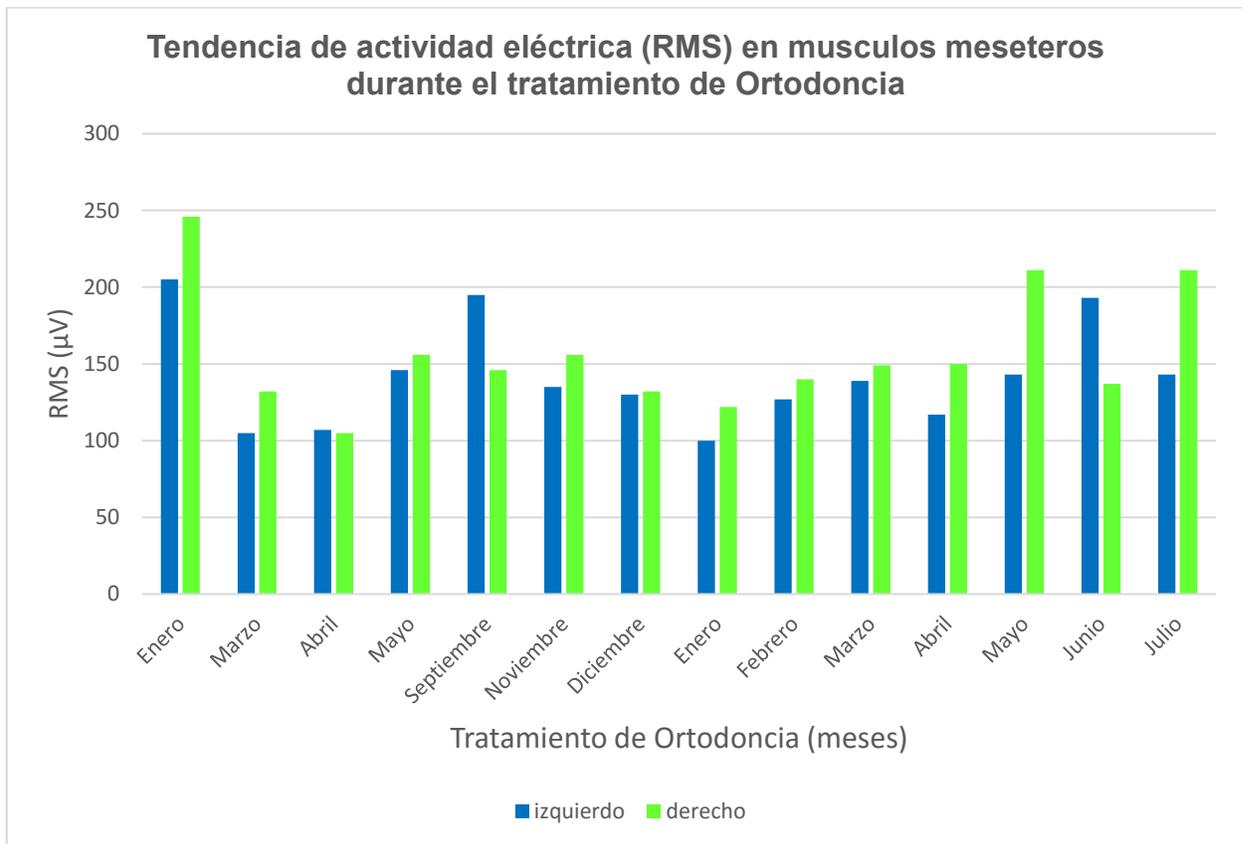
Diagnóstico: Clase II esquelética (protrusión maxilar y retrognatismos mandibular), braquifaciales, clase II dental (molar y canina bilateral), protrusión incisivos superiores e inferiores, perfil convexo. Incompetencia labial y mentón hipertónico, biproquelia. La paciente es bruxista y presenta chasquido y desviación izquierda en apertura tardía (TTM). En la Figura 42 se encuentra la galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía de la Px. 4



Figura 43. Px4. Galería Intraoral.

Figura 43 se observa la galería intraoral correspondiente a los registros RMS Inicial, RMS Mínimo, RMS Máximo, RMS Progreso obtenidos durante el tratamiento de la Px. 4 (paciente femenino, 29 años de edad, Clase II con antecedente de trastorno temporomandibular).

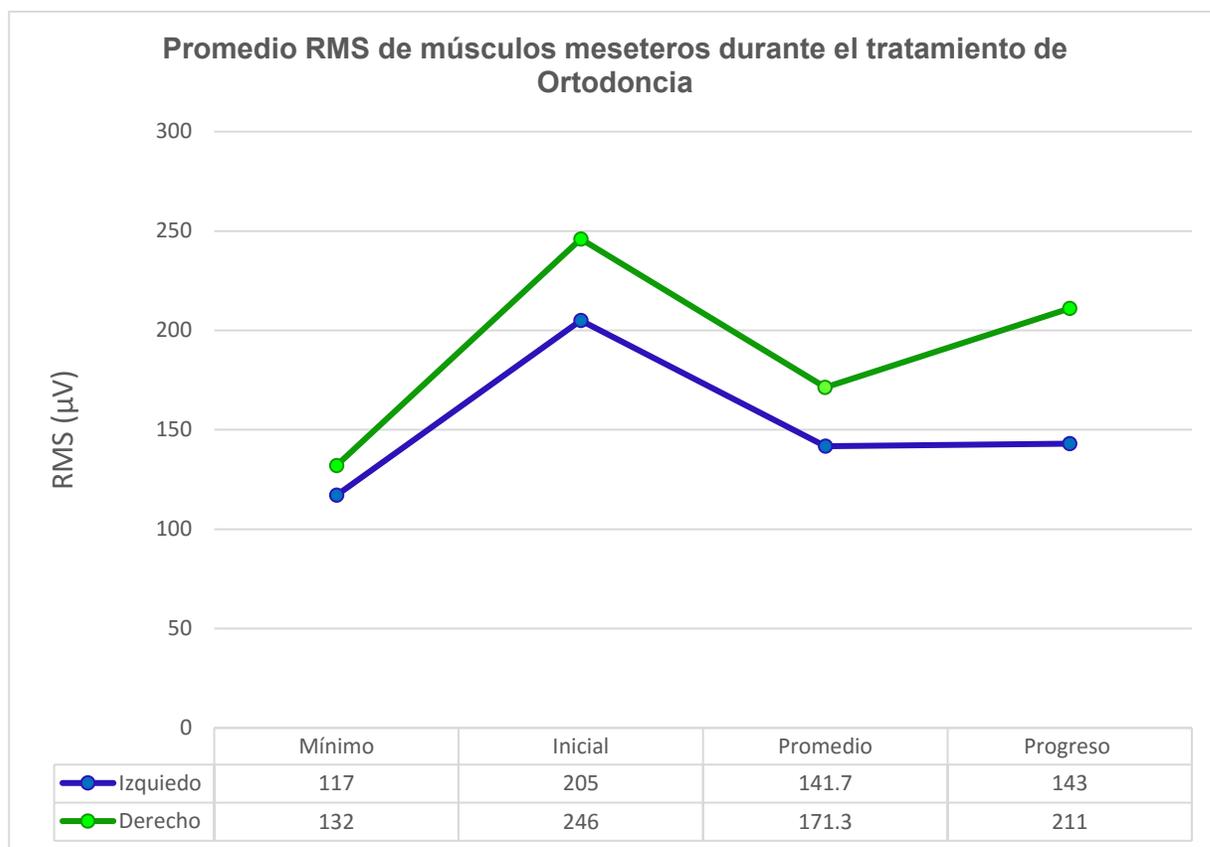
El comportamiento de la actividad eléctrica muscular de forma general de los músculos maseteros izquierdo y derecho de la Px. 4 durante el tratamiento de ortodoncia, se puede apreciar en la en la Gráfica 10, donde se encuentra el valor RMS (μV) de los músculos masetero izquierdo (azul) y músculo masetero derecho (verde) obtenido cada mes durante el periodo de enero 2015 a julio 2016.



Gráfica 10. Tendencia de actividad eléctrica (RMS) en músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

El RMS Inicial (Izquierdo 205 μV Derecho 246 μV) se registró en el mes de enero 2015, se realizó tratamiento con técnica Roth 0.018, se indicaron extracciones de dos primeros premolares inferiores. El RMS mínimo (Izquierdo 117 μV y Derecho 132 μV) correspondiente al mes de marzo del 2015 la paciente portaba férula oclusal fisiológica (90 días de uso) posterior a este registró se coloca aparatología fija. El RMS máximo (Izquierdo 235 μV y Derecho 256 μV) registró del mes de septiembre 2015 dentro de la segunda fase del tratamiento cuando se estaban distalizando caninos con cadenas elásticas y arcos Niti

0.016 cinchados en ambas arcadas. El RMS progreso (Izquierdo 143 μV Derecho 211 μV) correspondiente al mes de junio 2016 cuando se colocó arco de retracción superior acero 0.016 x 0.022 en arcada superior e inferior y se indicó el uso de elásticos intermaxilares clase II de 3/16 pesados (5mm 6 ½ oz), como se aprecia en la Figura 43.



Gráfica 11. Promedio RMS de músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

En la Gráfica 11 se observa la tendencia de la actividad eléctrica muscular, previo al tratamiento de ortodoncia que disminuye considerablemente y se mantiene durante la primera fase de tratamiento y vuelve a aumentar en la segunda fase con la colocación de arcos de retracción y el uso de elásticos intermaxilares 1/4 medianos (6mm. 4 ½ oz). Se obtiene al promedio de los registros RMS durante todo el tratamiento (Izquierdo 141.7 μV Derecho 171.3 μV) con una desviación estándar de (Izquierdo 31.5 μV Derecho 44.1 μV)

Px. 5 Paciente femenino de 23 años de edad, antecedente personal patológico: Linfagioma en ganglios linfáticos cervicales, antecedentes heredofamiliares de relevancia: Artritis Reumatoide (abuelo materno).



Figura 44. Px5. Galería extraoral, radiografía lateral de cráneo, ortopantomografía y tomografía digital 3D.

Diagnóstico: Clase II esquelética (protrusión maxilar y retrognatismos), asimetría mandibular (rama lado izquierda es menos por 9mm.), braquifacial, clase II dental (molar y canina bilateral), protrusión incisivos superiores e inferiores, mordida profunda, perfil convexo. El paciente es bruxista y presenta dolor, chasquido y desviación derecha en apertura y cierre tardío (TTM). En la Figura 44 se encuentra la galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía de la Px. 5.

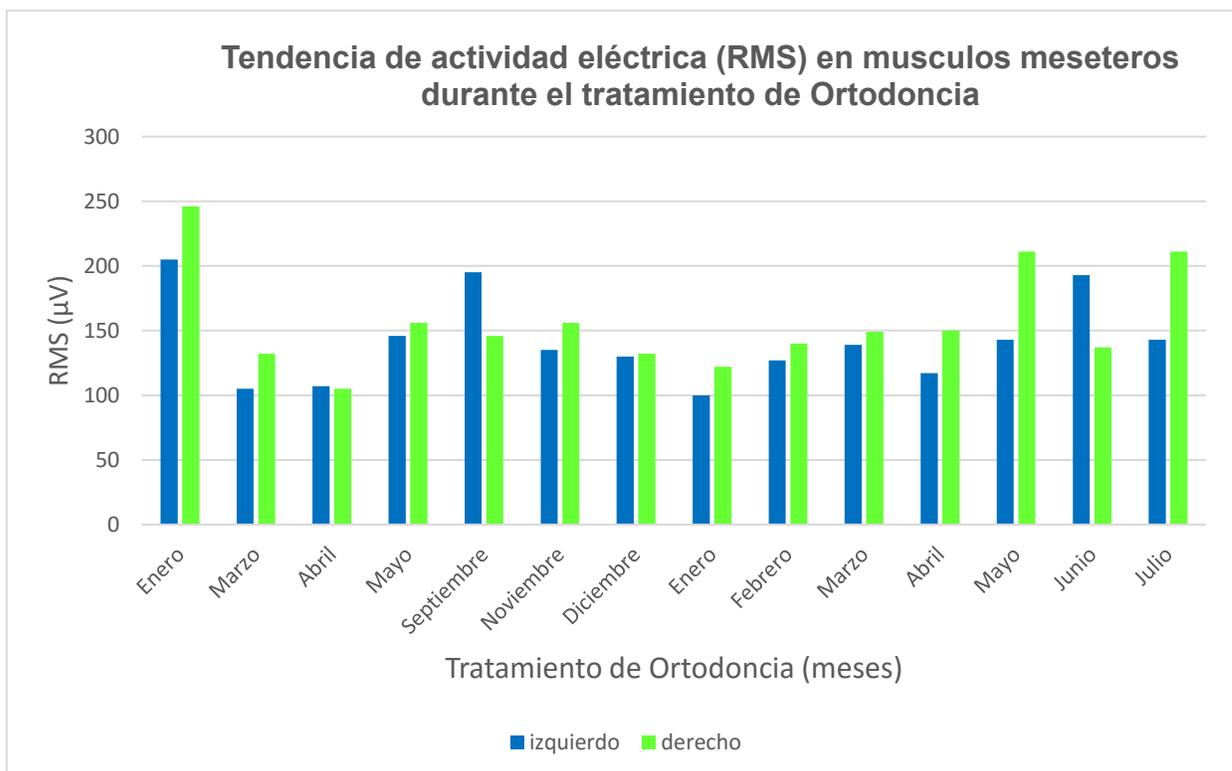


Figura 45. Px5. Galería Intraoral.

En la Figura 45 se observa la ggalería intraoral correspondiente a los registros RMS Inicial, RMS Mínimo, RMS Máximo, y RMS Progreso obtenidos durante el tratamiento Px. 5

(paciente femenino, 23 años de edad, clase II con antecedente de trastorno temporomandibular).

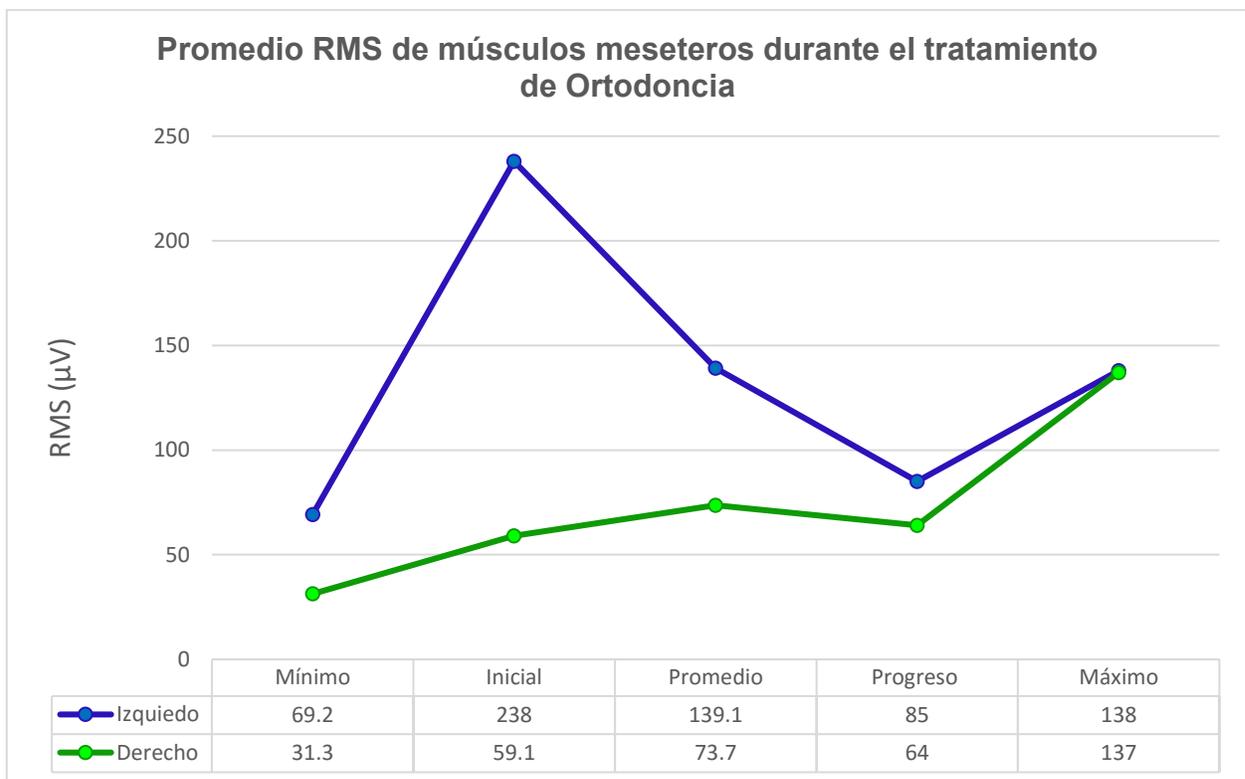
El comportamiento de la actividad eléctrica muscular de forma general de los músculos maseteros izquierdo y derecho de la Px. 5 durante el tratamiento de ortodoncia, se puede apreciar en la en la Gráfica 12, donde se encuentra el valor RMS (μV) de los músculos masetero izquierdo (azul) y músculo masetero derecho (verde) obtenido cada mes durante el periodo de enero 2015 a julio 2016.



Gráfica 12. Tendencia de actividad eléctrica (RMS) en músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

Previo al tratamiento de ortodoncia se registró RMS Inicial (Izquierdo 238 μV y Derecho 59.1 μV) mes de enero 2015 se indicó uso de férula oclusal fisiológica durante tres meses posterior a este tiempo el RMS FOF (Izquierdo 198 μV y Derecho 53 μV). Durante el tratamiento el RMS mínimo (Izquierdo 69.2 μV y Derecho 83 μV) en el mes de Enero 2016 dentro de la primera fase del tratamiento la paciente portaba arco MEAW superior elaborado con alambre Blue Elgiloy 0.016x0.016 (activaciones: curva inversa, compensatorio y torque) para alinear, nivelar e instruir el segmento anterior y en la arcada

inferior arco de acero 0.016 durante ese mes se indicó el uso de 4 elásticos intermaxilares 1/8 pesados (3mm 6 ½ oz), clase II del lado izquierdo. El registro de RMS máximo (Izquierdo 138 μ V Derecho 137 μ V) el cual corresponde al mes de mayo 2016 dentro de la segunda fase con asentamiento de mordida con arcos Niti 0.016 x 0.022 cinchados en ambas arcadas, se indicaron elásticos intermaxilares Clase II de 3/16 medianos (3/16 5mm 4 ½ oz). El RMS progreso (Izquierdo 85 μ V y Derecho 64 μ V) correspondiente al mes de julio 2016 retiro aparatología fija y se colocaron retenedores, como se aprecia en la Figura 45.



Gráfica 13. Promedio RMS de músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

En la Gráfica 13 se observa la tendencia de la actividad eléctrica muscular, aumenta drásticamente posterior al tratamiento con férula oclusal fisiológica y colocación de arco Meaw y se mantiene estable durante la segunda fase y tercera fase del tratamiento incluso con la colocación de retenedores. Se obtiene al promedio de los registros RMS durante todo el tratamiento (Izquierdo 139.1 μ V y Derecho 73.7 μ V) con una desviación estándar de (Izquierdo 73.4 μ V y Derecho 37.8 μ V).

Px. 6 Paciente Masculino de 19 años de edad, antecedente personal patológico: fisura tobillo derecho y chasquido en ATM bilateral en apertura, antecedentes heredofamiliares de relevancia: Diabetes (abuela materna).

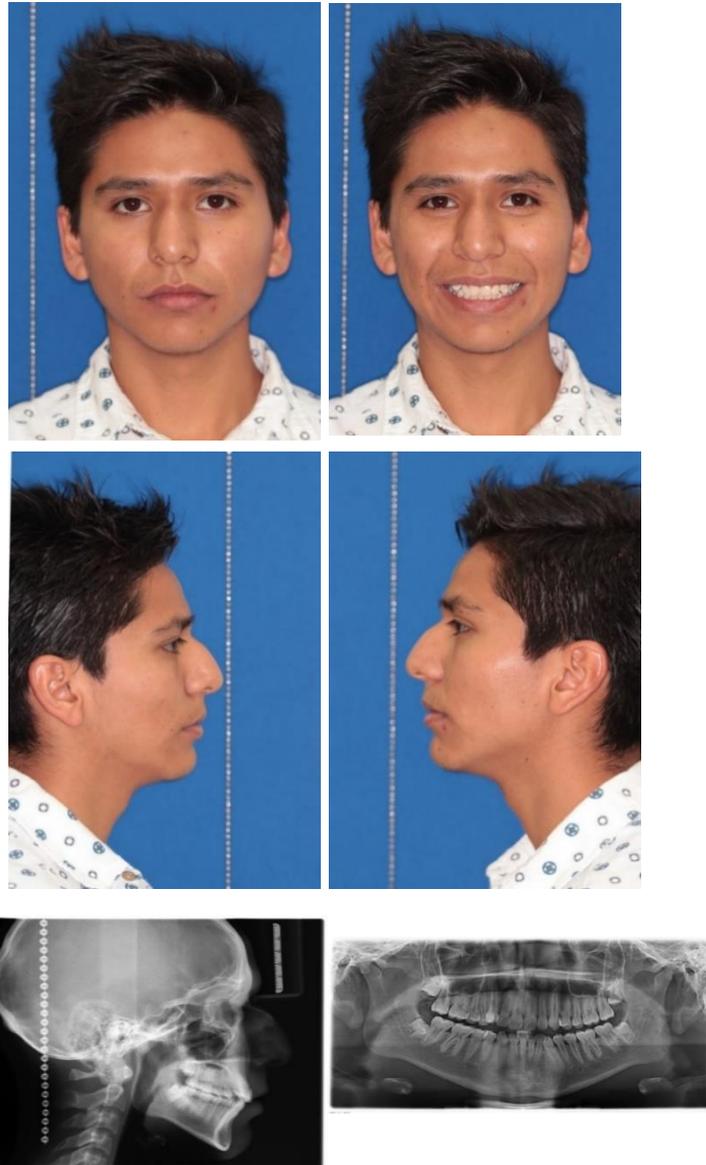


Figura 46. Px6. Galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía

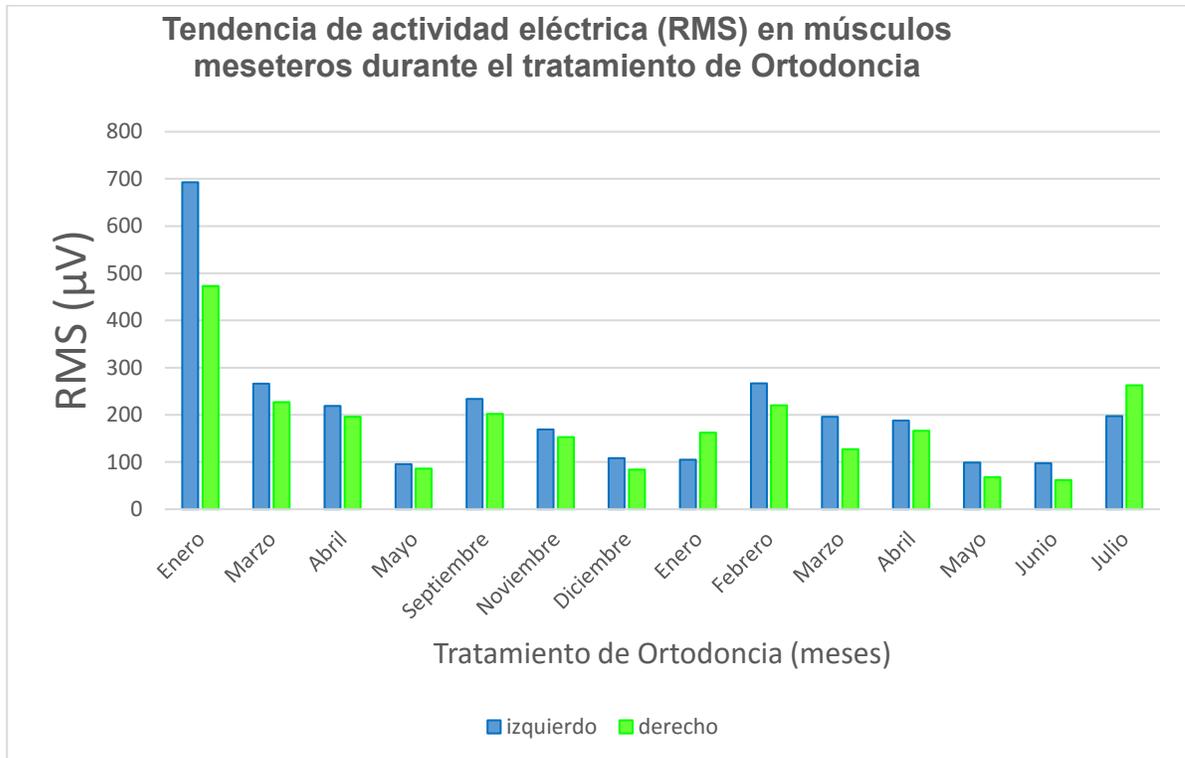
Diagnóstico: Clase II esquelética (protrusión maxilar), dolicofacial, clase II dental (molar y canina bilateral), protrusión incisivos superiores e inferiores, perfil convexo, proquelia superior. El paciente es bruxista y presenta dolor, chasquido bilateral en apertura temprana y cierre tardío (TTM). En la Figura 46 se encuentra la galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía de la Px. 6.



Figura 47. Px6. Galería Intraoral.

En la Figura 47 se observa la galería intraoral correspondiente a los registros RMS Inicial, RMS Mínimo, RMS Máximo, RMS Progreso obtenidos durante el tratamiento del Px. 6 (Paciente masculino, 19 años de edad, clase II con antecedente de trastorno temporomandibular).

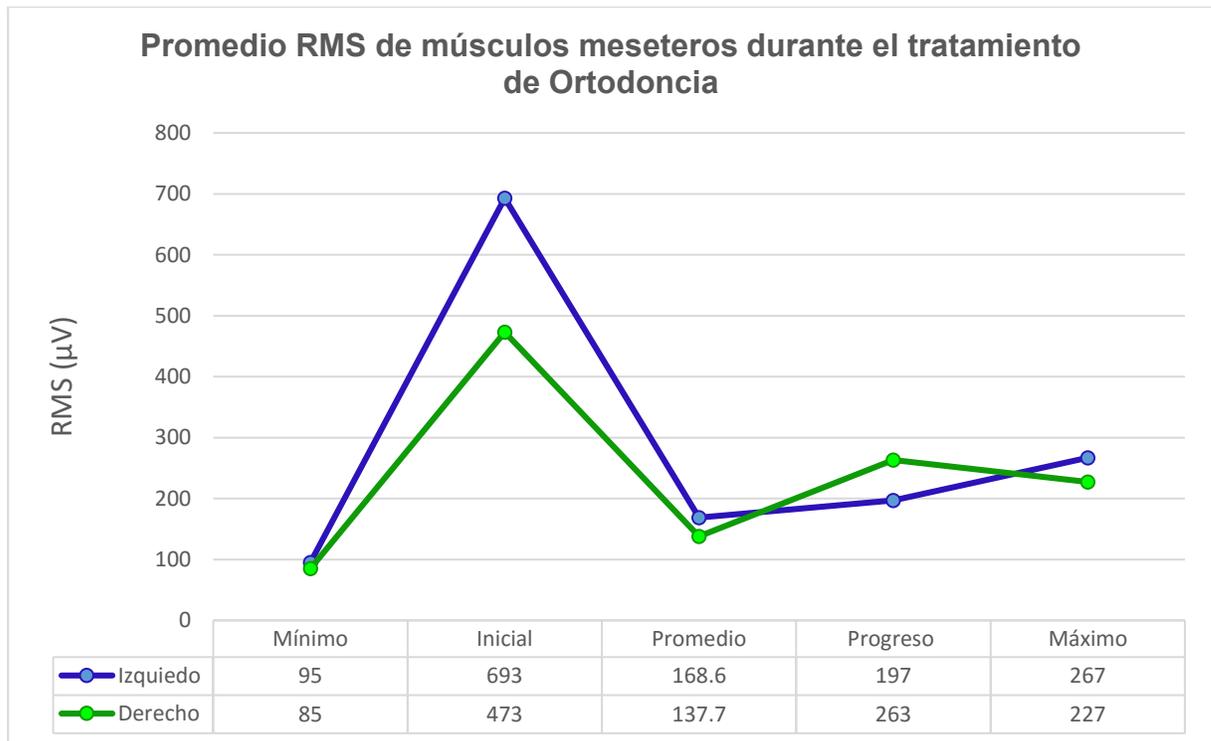
El comportamiento de la actividad eléctrica muscular de forma general de los músculos maseteros izquierdo y derecho del Px. 6 durante el tratamiento de ortodoncia, se puede apreciar en la en la Gráfica 14, donde se encuentra el valor RMS (μV) de los músculos masetero izquierdo (azul) y músculo masetero derecho (verde) obtenido cada mes durante el periodo de enero 2015 a Julio 2016.



Gráfica 14. Tendencia de actividad eléctrica (RMS) en músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

Previo al tratamiento de ortodoncia se registró RMS Inicial (Izquierdo $693 \mu\text{V}$ y Derecho $473 \mu\text{V}$). Durante el tratamiento se registra el RMS mínimo (Izquierdo $95 \mu\text{V}$ y Derecho $85 \mu\text{V}$) en el mes de mayo del 2015, correspondiente a el uso de férula oclusal fisiológica durante tres meses posterior a este tiempo se inicia tratamiento colocando aparatología Roth slot 0.018. El registró de RMS máximo (Izquierdo $267 \mu\text{V}$ y Derecho $227 \mu\text{V}$) en el mes de febrero 2016 dentro de la segunda fase del tratamiento con retracción de segmentos anteriores superior con arco de acero 0.016×0.016 , y en arcada inferior arco 0.016 acero y cadenas elásticas de OD: 33 a 36 y de 43 a 46. El RMS progreso (Izquierdo

197 μV Derecho 263 μV) correspondiente al mes de julio con la colocación de arcos de retracción del segmento anterior en arcada superior e inferior con alambre de acero 0.016 x 022 y se indica el uso de elásticos intermaxilares clase II de $\frac{1}{4}$ medianos (6mm. 4 $\frac{1}{2}$ oz.), como se aprecia en la Figura 47.



Gráfica 15. Promedio RMS de músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

En la Gráfica 15 se observa la tendencia de la actividad eléctrica muscular previo al tratamiento de ortodoncia aumenta drásticamente posterior al tratamiento con férula oclusal fisiológica y aparatología fija durante el final de la tercera fase y la segunda fase se mantiene estable. Se obtiene al promedio de los registros RMS durante todo el tratamiento (Izquierdo 168.6 μV Derecho 137.7 μV) con una desviación estándar de (Izquierdo 69.5 μV Derecho 64.2 μV).

En la Tabla 7 se evalúa de forma conjunta a los pacientes clase II, se observa el promedio de actividad eléctrica muscular durante el tratamiento de ortodoncia y la diferencia que presentaron los pacientes con antecedente TTM. Se encontró diferencia significativa de actividad muscular entre el lado izquierdo y derecho durante el tratamiento de ortodoncia. La diferencia es mayor en los pacientes que no presentaron antecedente de TTM. De una forma general podemos decir que el promedio de actividad eléctrica muscular registrado durante el tratamiento de ortodoncia los pacientes clase II que no presentaron antecedente de TTM es menor comparado con los pacientes clase II que si presentaron TTM previo al tratamiento. La disminución observable se puede atribuir a partir de los cambios mediante el previo uso de férula oclusal fisiológica, la eliminación de interferencias oclusales provocadas por la maloclusión, lo que ha generado una readaptación neuromuscular y cambios sensoriales. Teniendo como respuesta la disminución en la hiperactividad muscular a niveles normales.

Diferencia de actividad eléctrica de los músculos masetero derecho e izquierdo a diferentes tiempos en maloclusión clase II durante el tratamiento de ortodoncia.						
Pacientes Clase II sin antecedentes de TTM						
No.	Px. 1		Px. 2		Px. 3	
Músculo	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
Promedio (\bar{X})	159.6	166.8	167.4	112.8	134.9	58
Desviación estándar	71.6	41.6	122.24	41.8	134.8	78.6
Diferencia	30		80.44		56.2	
Pacientes Clase II con antecedentes de TTM						
No.	Px. 3		Px. 4		Px. 6	
Músculo	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
Promedio (\bar{X})	141.7	171.3	139.1	73.7	88.53	112.83
Desviación estándar	31.5	44.1	73.4	37.8	58.07	72.12
Diferencia	12.6		35.6		14.05	

Tabla 7. Diferencia de actividad eléctrica del músculo masetero derecho e izquierdo a diferentes tiempos en maloclusión clase II durante el tratamiento de ortodoncia.

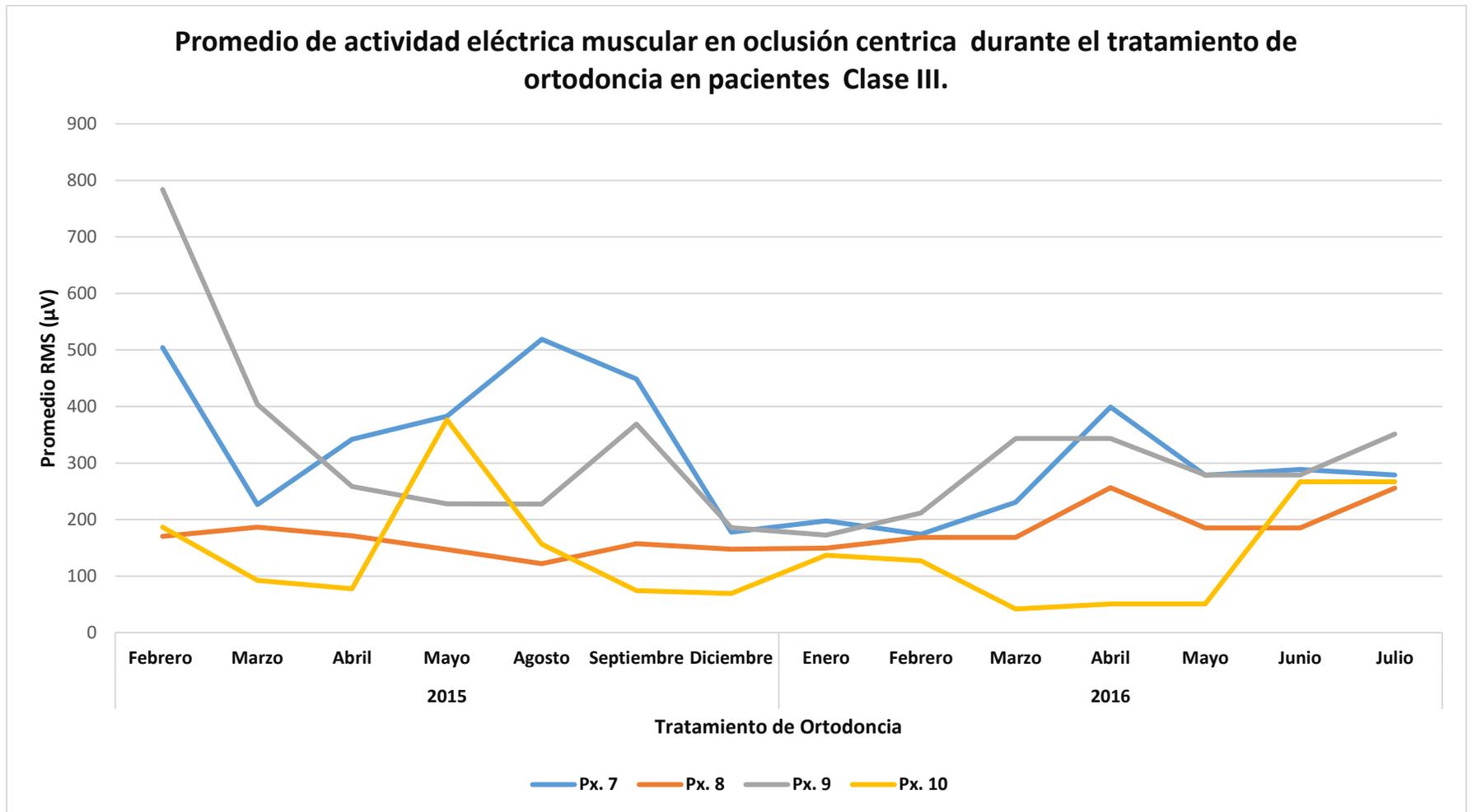
En la Tabla 8 se encuentra agrupado el registró RMS de los pacientes Clase III durante el tratamiento de ortodoncia durante el período de enero 2015 a julio del 2016, se observa que el registró inicial es el más elevado durante estas dos etapas (Fase 1 y Fase 2) del tratamiento. Y como se ilustra en la Gráfica 10, la actividad eléctrica no se mantiene estable y se modifica directamente proporcional a la fuerza aplicada durante la mecánica de tratamiento, durante la primera fase la actividad baja drásticamente pero al comenzar la fase 2 vuelve a aumentar específicamente con el uso de elásticos intermaxilares, por medio de los registros electromiográficos se observó que durante más pesado sea el elástico más aumenta la actividad eléctrica, como se observa el promedio RMS durante el mes de agosto del Px. 7.

En la Gráfica 16 se encuentra la tendencia de la actividad eléctrica muscular de los pacientes con maloclusión Clase III, graficada con base al promedio bilateral del registro electromiográfico de cada mes, cada paciente se representa de un color diferente, se puede ilustrar la variación provocada al tratamiento de ortodoncia y de la misma manera se puede interpretar la causa de la alteración con el análisis de la mecánica de tratamiento llevada de forma individual en cada paciente.

Promedio RMS oclusión céntrica del músculo masetero derecho e izquierdo a durante el tratamiento de ortodoncia en pacientes con clase III.

		2015												2016															
		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Agosto		Septiembre		Diciembre		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio	
No.		Izq. μV	Der. μV																										
Px.	7	498	511	202	251	355	329	399	367	513	525	479	418	169	187	188	207	212	136	296	165	427	371	292	265	328	249	308	250
\bar{X}		504.5		226.5		342		383		519		448.5		178		197.5		174		230.5		399		278.5		288.5		279	
Px.	8	210	131	226	147	206	137	167	127	117	127	152	163	142	153	151	148	154	183	154	183	308	205	186	184	186	184	235	276
\bar{X}		170.5		186.5		171.5		147		122		157.5		147.5		149.5		168.5		168.5		256.5		185		185		255.5	
Px.	9	682	886	349	458	208	309	139	317	134	321	317	421	135	236	151	194	159	264	303	384	303	384	256	302	256	302	308	395
\bar{X}		784		403.5		258.5		228		227.5		369		185.5		172.5		211.5		343.5		343.5		279		279		351.5	
Px.	10	157	216	96.6	88.5	76.6	78.5	628	125	104	209	72.9	75.8	62.9	75.8	130	144	120	134	60.9	22.6	33.3	67.9	33.3	67.9	249	285	249	285
\bar{X}		186.5		92.55		77.55		376.5		156.5		74.35		69.35		137		127		41.75		50.6		50.6		267		267	

Tabla 8. Promedio RMS oclusión céntrica del músculo masetero derecho e izquierdo a durante el tratamiento de ortodoncia en pacientes con clase III.



Gráfica 16. Promedio de actividad eléctrica muscular en oclusión céntrica durante el tratamiento de ortodoncia en pacientes clase III.

Px. 7, paciente masculino, 21 años de edad, sin antecedente personal patológico ni antecedentes heredofamiliares de relevancia.

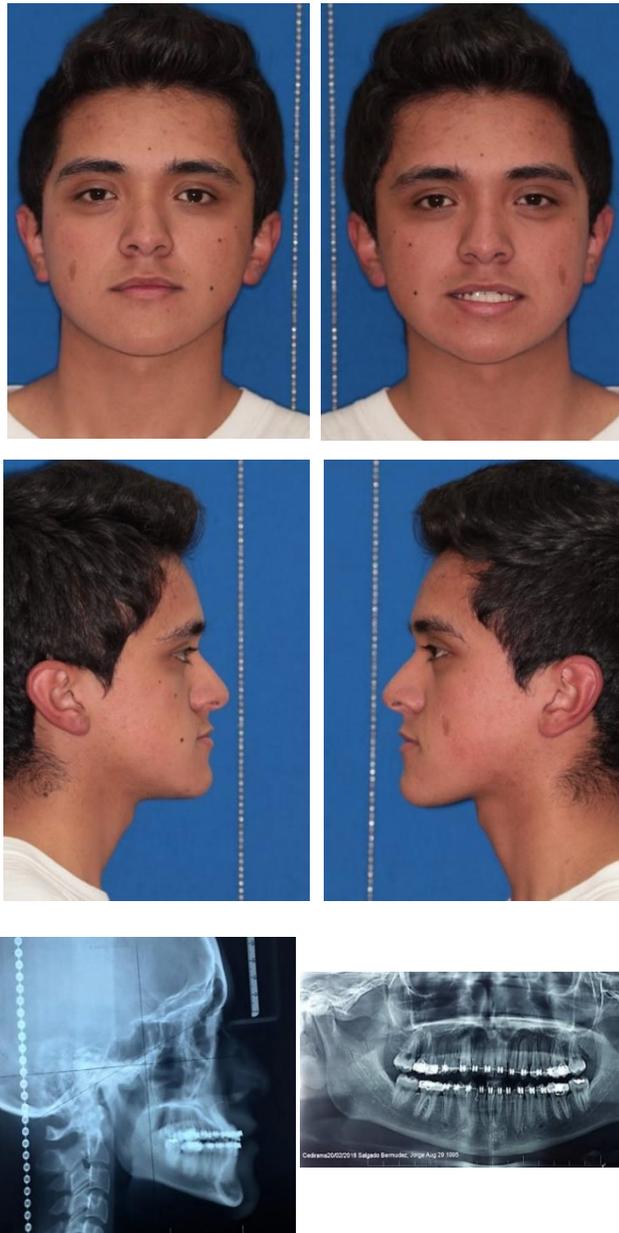


Figura 48. Px7. Galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía

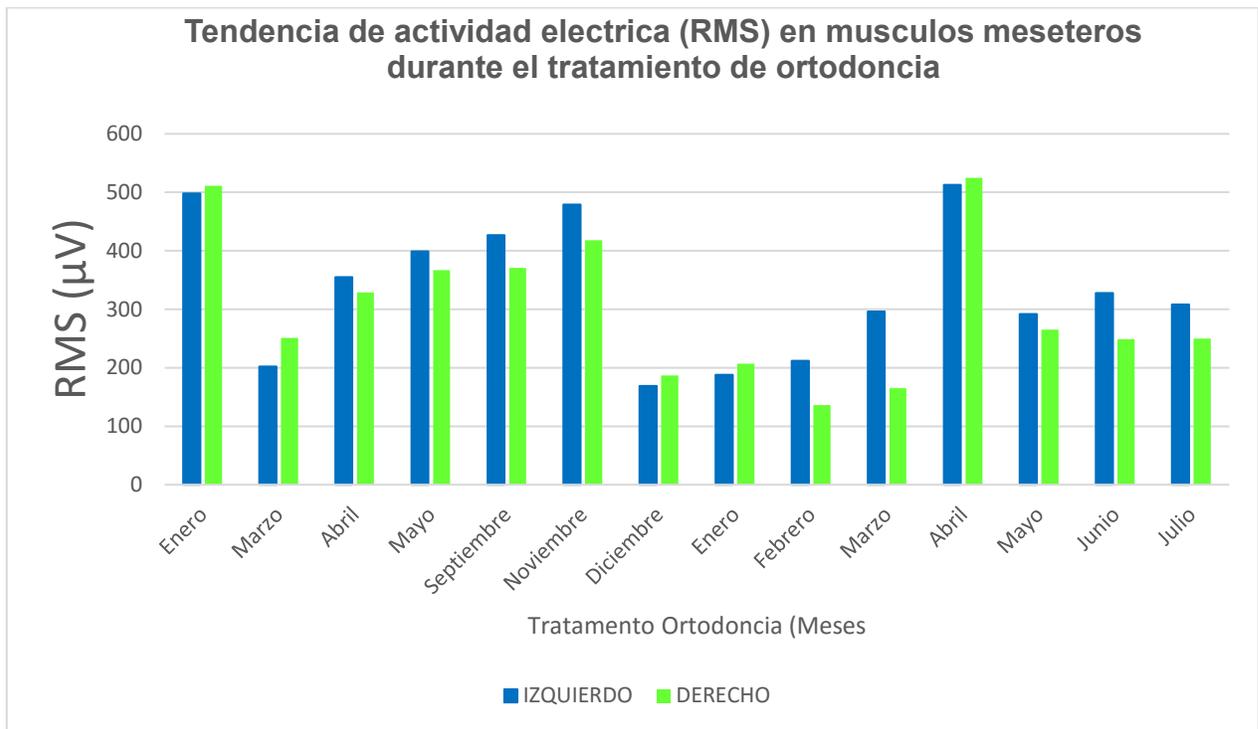
Diagnóstico: Clase III esquelética (Hipoplasia maxilar y protrusión mandibular), braquifaciales, clase III dental (molar y canina bilateral), protrusión incisivos superiores y retroinclinación de incisivos inferiores, perfil cóncavo, mentón adelantado y retroquelia superior. En la Figura 47 se encuentra la galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía de la Px. 7.



Figura 49. Px7. Galería Intraoral.

En la Figura 49 se observa la galería intraoral correspondiente a los registros RMS Inicial, RMS Mínimo, RMS Máximo, RMS Progreso obtenidos durante el tratamiento del Px. 7 (Paciente masculino, 21 años de edad, Clase III con hipoplasia maxilar y protrusión mandibular, braquifaciales, clase III dental).

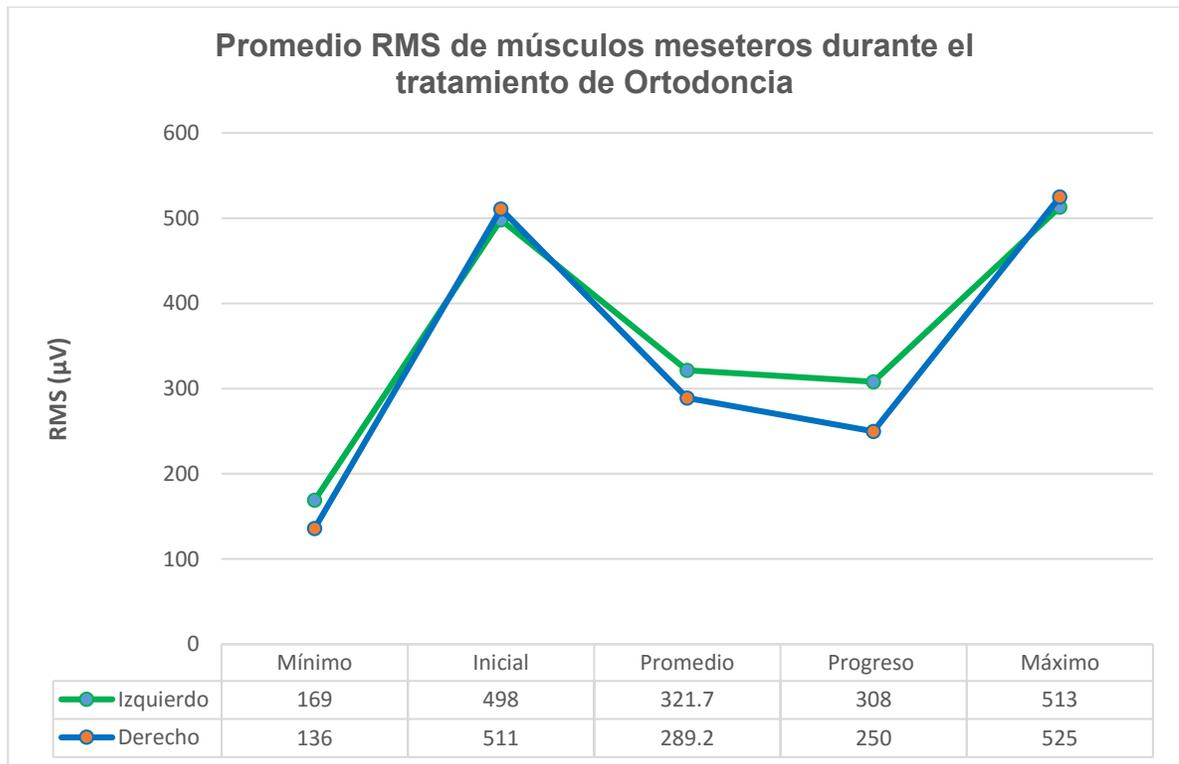
La tendencia de la actividad eléctrica muscular de los músculos maseteros izquierdo y derecho de la Px. 7 durante el tratamiento se puede ver de forma general en la en la Gráfica 17 donde se aprecia el valor RMS (μV) registrado (músculo masetero izquierdo, azul y músculo masetero derecho, verde) obtenido cada mes durante el periodo de enero 2015 a julio 2016.



Gráfica 17. Tendencia de actividad eléctrica (RMS) en músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

Previo al tratamiento de ortodoncia se registró RMS Inicial (Izquierdo $498 \mu\text{V}$ y Derecho $511 \mu\text{V}$), se colocó aparatología Edgwise slot 0.018, durante el tratamiento se registra el RMS mínimo (Izquierdo $169 \mu\text{V}$ Derecho $136 \mu\text{V}$) el cual corresponde al mes de diciembre del 2015 el paciente portaba arco Multiloop con alambre de acero 0.016 en arcada superior y arco de retracción con alambre de acero 0.016 x 0.016, se indica uso de elásticos Clase III de $\frac{1}{4}$ medianos ($\frac{1}{4}$ 6mm. $4 \frac{1}{2}$ oz.), el registró de RMS máximo (Izquierdo $513 \mu\text{V}$ y $525 \mu\text{V}$) durante el mes de Abril 2015 en la segunda fase del tratamiento con arcos de acero 0.016 x 0.016 en arcada superior con el uso de elásticos en W (primer premolar inferior-segundo premolar superior-primer molar inferior) de $\frac{1}{8}$ pesados ($\frac{1}{8}$ 3mm $6 \frac{1}{2}$ oz.), dos de cada lado, el último registró, el RMS progreso (Izquierdo $308 \mu\text{V}$ y Derecho $250 \mu\text{V}$)

correspondiente al mes de junio 2016 con la colocación arcos de acero 0.016 x 0.016 en arcada superior e inferior y se indican elásticos en triangulares (canino inferior-canino superior-primer premolar inferior) de 1/8 pesados (1/8 3mm 6 ½ oz.) dos de cada lado, como se aprecia en la Figura 49 y Gráfica 17.



Gráfica 18. Promedio RMS de músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

En la Gráfica 18 se observa la tendencia de la actividad eléctrica muscular previo al tratamiento de ortodoncia aumenta drásticamente posterior al tratamiento con férula oclusal fisiológica y aparatología fija durante el final de la tercera fase y la segunda fase se mantiene estable. Se obtiene al promedio de los registros RMS durante todo el tratamiento (Izquierdo 321.7µV y Derecho 289.2µV) con una desviación estándar de (Izquierdo 116.2µV y Derecho 115.3 µV).

Px. 8, paciente femenino de 14 años de edad, sin antecedente personal patológico de relevancia, antecedentes heredofamiliares de relevancia: prognatismo (padre).

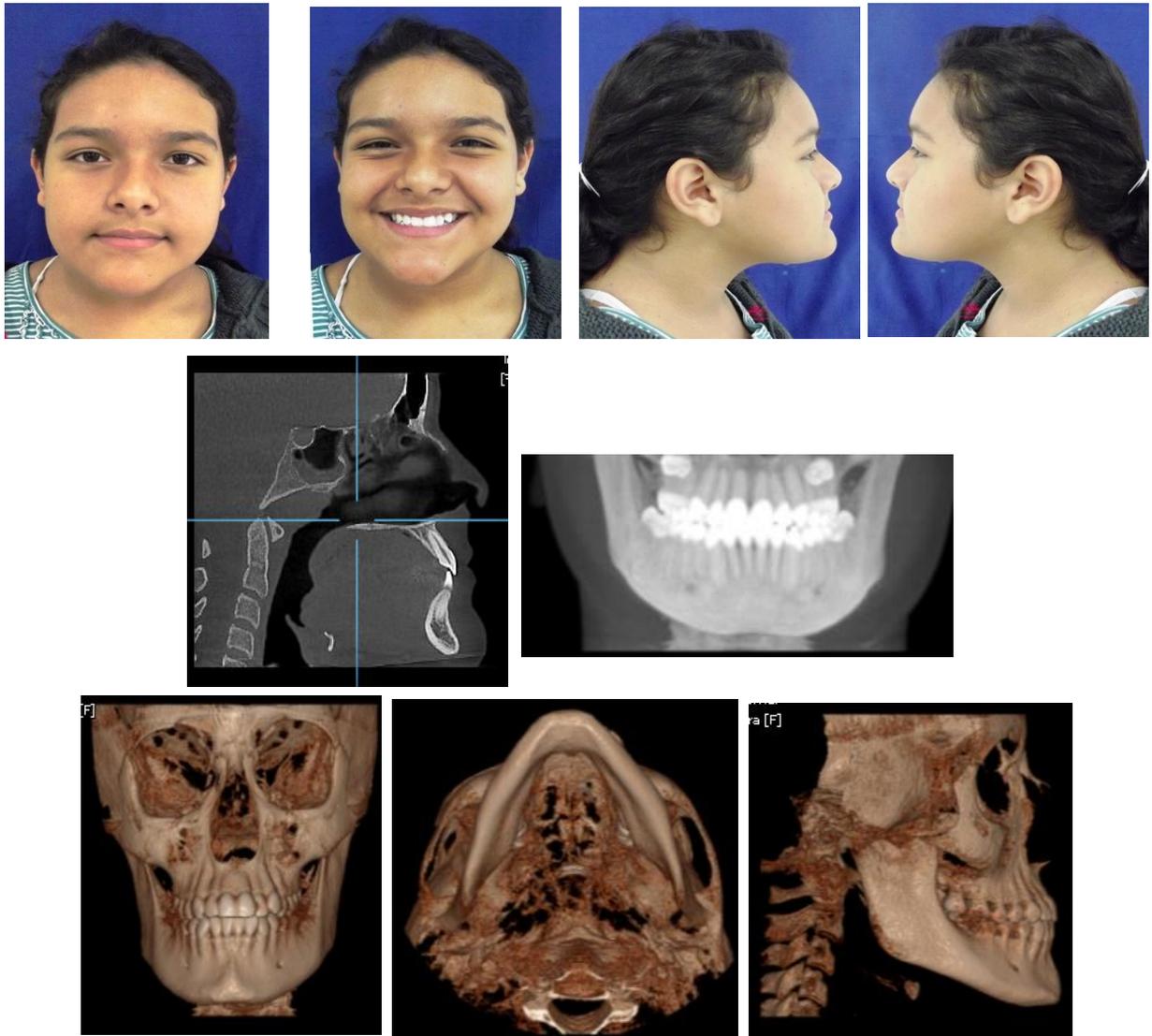


Figura 50. Px8. Galería extraoral, radiografía lateral de cráneo, ortopantomografía tomografía digital 3D.

Diagnóstico: Clase I esquelética (tendencia a Clase III, mentón prominente desviado a la derecha), dolicofacial, clase III (molar y canina lado izquierdo), clase I (canina lado izquierdo), mordida cruzada anterior OD 31), protrusión incisivos superiores, perfil cóncavo, mentón adelantado y retroquelia superior, crecimiento vertical. En la Figura 50 se encuentra la galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía de la Px. 8.

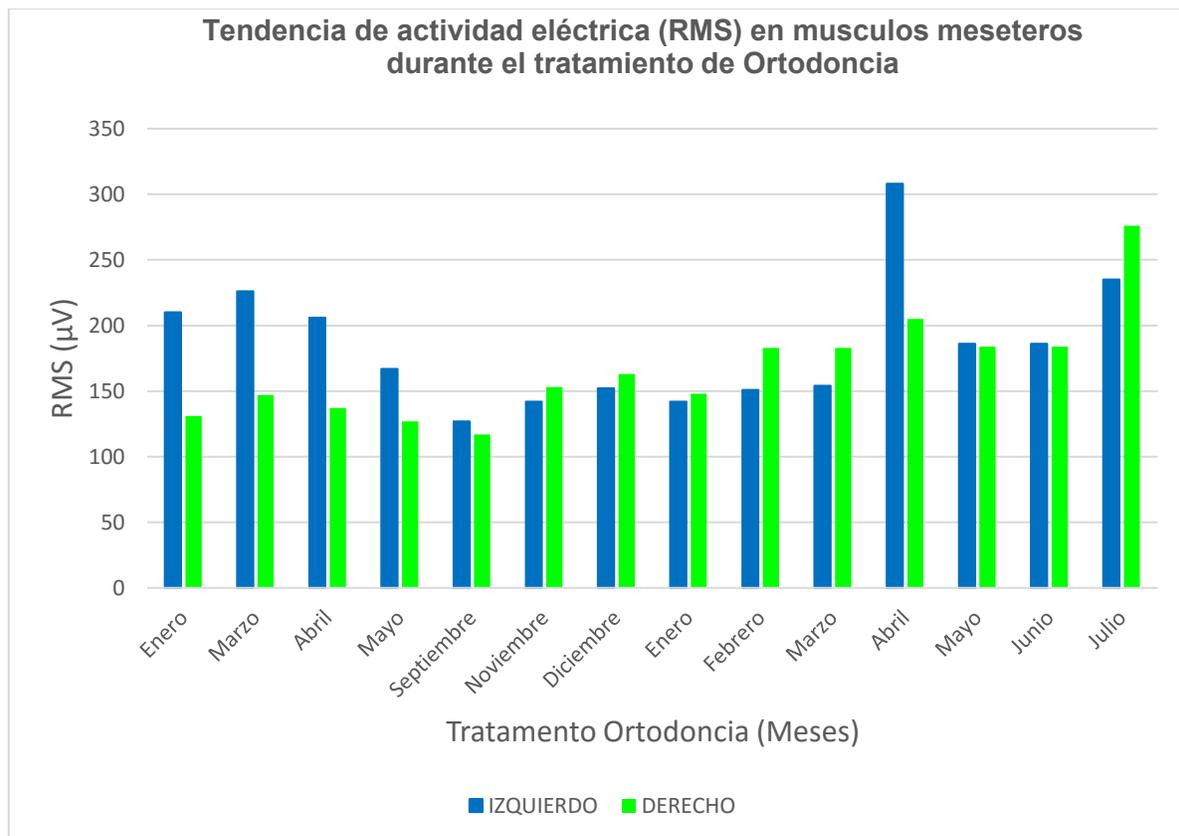


Figura 51. Px8. Galería Intraoral.

En la Figura 49 se observa la galería intraoral correspondiente a los registros RMS Inicial, RMS Mínimo, RMS Máximo, RMS Progreso obtenidos durante el tratamiento del

Px.8 (paciente femenino de 14 años de edad, clase I esquelética y clase III molar y canina lado izquierdo), clase I (canina lado izquierdo), mordida cruzada anterior OD 21).

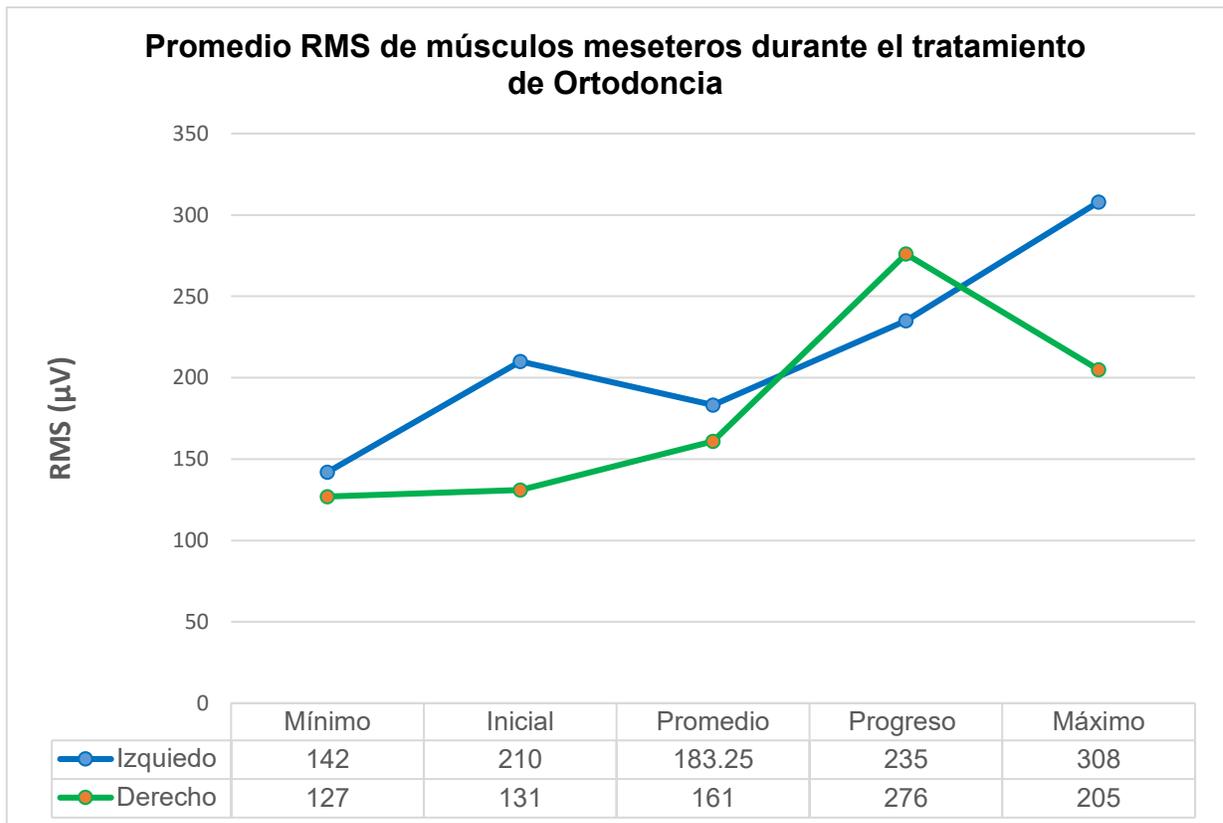
La tendencia de la actividad eléctrica muscular de los músculos maseteros izquierdo y derecho de la Px. 8 durante el tratamiento se puede ver de forma general en la en la Gráfica 19 donde se aprecia el valor RMS (μV) registrado (músculo masetero izquierdo, azul y músculo masetero derecho, verde) obtenido cada mes durante el periodo de enero 2015 a julio 2016.



Gráfica 19. Tendencia de actividad eléctrica (RMS) en músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

Previo al tratamiento de ortodoncia se registró RMS Inicial (Izquierdo 210 μV y Derecho 131 μV) se colocó aparatología Alexander slot 0.018, durante el tratamiento se registra el RMS mínimo (Izquierdo 142 μV y Derecho 127 μV) el cual corresponde al mes de septiembre del 2015, correspondiente la colocación de arcos acero 0.016 x 0.016 en amabas arcadas, resorte opencoil entre OD: 22 y 32, cadena elástica en OD: 11 a 22 y 43 a 42, el registró de RMS máximo (Izquierdo 308 μ y Derecho 205 μV) el cual corresponde

al mes de abril 2016 dentro de la segunda fase de tratamiento con arcos Niti 0.016 en ambas arcadas, cadena elástica en OD 11 y 21, se indicó uso de elásticos de ¼ medianos (1/4 6mm. 4 ½ oz.), el RMS progreso (Izquierdo 235 μ V y Derecho 276 μ V) correspondiente al mes de junio con la colocación arcos Niti 0.016x 0.022 en ambas arcadas, como se aprecia en la Figura 51 y en la Gráfica 19.



Gráfica 20. Promedio RMS de músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

En la Gráfica 20 se observa la tendencia del tratamiento de la actividad eléctrica muscular previo al tratamiento de ortodoncia aumenta con aparatología fija para descruzar la mordida anterior y durante el final de la primera y la segunda fase se mantiene estables registros RMS durante todo el tratamiento (Izquierdo 183.7 μ V y Derecho 161 μ V) con una desviación estándar de (Izquierdo 47 μ y Derecho 25.8 μ V).

Px. 9, paciente de femenino de 21 años, sin antecedente personal patológico, Antecedentes heredofamiliares Prognatismo (padre) Bruxismo (madre).



Figura 52. Px9. Galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía

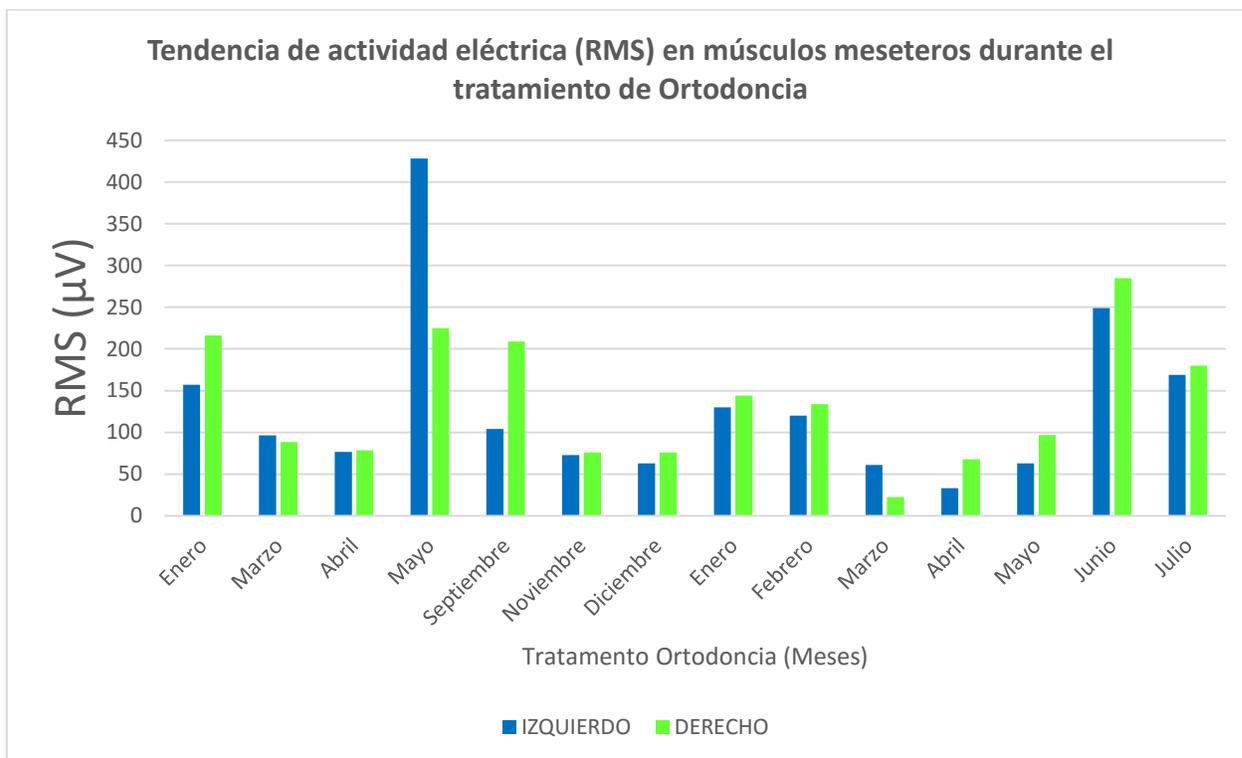
Diagnóstico: Clase III esquelética (prognatismo). TTM (Chasquido y desviación a la apertura) bruxismo, clase III molar y canina bilateral, Mordida borde a borde y perfil recto. En la Figura 52 se encuentra la galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía de la Px. 9.



Figura 53. Px9. Galería Intraoral.

En la Figura 53 se observa la galería intraoral correspondiente a los registros RMS Inicial, RMS Mínimo, RMS Máximo, RMS Progreso obtenidos durante el tratamiento del Px. 9 (paciente femenino, 21 años de edad, clase III con antecedente de trastorno temporomandibular).

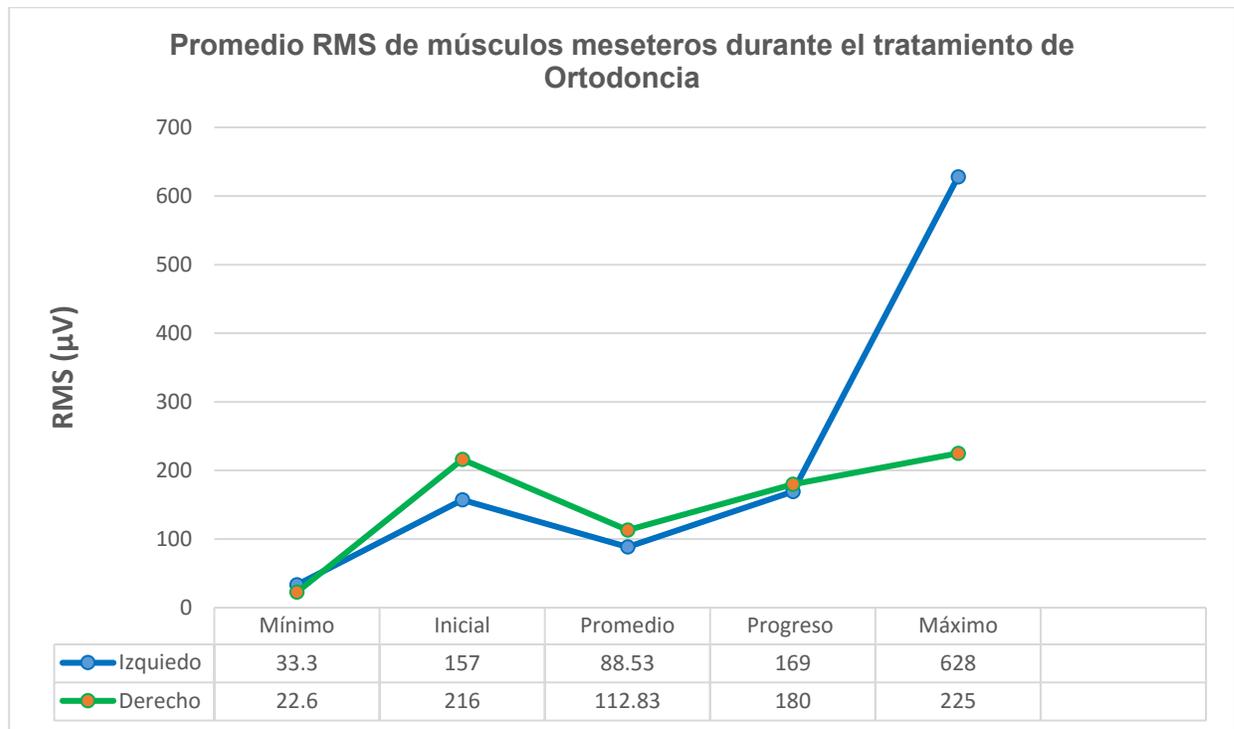
La tendencia de la actividad eléctrica muscular de los músculos maseteros izquierdo y derecho de la Px. 9 durante el tratamiento se puede ver de forma general en la en la Gráfica 21 donde se aprecia el valor RMS (μV) registrado (músculo masetero izquierdo, azul y músculo masetero derecho, verde) obtenido cada mes durante el periodo enero 2015 a julio 2016.



Gráfica 21. Tendencia de actividad eléctrica (RMS) en músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

Previo al tratamiento de ortodoncia se registró RMS Inicial (Izquierdo $157 \mu\text{V}$ y Derecho $216 \mu\text{V}$), se indica uso de férula oclusal fisiológica durante tres meses se obtiene el registró del mes de septiembre 2015, RMS FOF (Izquierdo $104 \mu\text{V}$ y Derecho $209 \mu\text{V}$) donde se colocó aparatología fija en arcada superior MBT slot 0.022 con arco Niti 0.012 y FOF en arcada inferior durante el tratamiento el RMS mínimo (Izquierdo $33.3 \mu\text{V}$ y Derecho $22.6 \mu\text{V}$) el cual corresponde al mes de abril del 2016, dentro de la segunda fase del tratamiento la paciente portaba arco Neosentalloy 0.016 X 0.022 arcada superior y arco de acero 0.016 en arcada inferior con cadena elástica de OD: 43 a 46, el registró de RMS Máximo (Izquierdo $628 \mu\text{V}$ y Derecho $225 \mu\text{V}$) el cual corresponde al mes de mayo 2015 dentro de

la primera fase del tratamiento con arco Multiloop con acero 0.016 en arcada superior, arco acero 0.016 con Tubin de canino a canino activado en arcada inferior, se indican elásticos intermaxilares de 3/16 mediano (3/16 5mm 4 ½ oz.), el RMS Progreso (Izquierdo 169 μ V y Derecho 180 μ V) correspondiente al mes de junio 2016 se colocó arco acero 0.016 X 0.022 arcada superior y arco retracción de acero 0.016 x 0.016 en arcada inferior con cadena elástica de OD: 42 a 32, como se aprecia en la Figura 53.



Gráfica 22. Promedio RMS de músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

En la Gráfica 22 se observa la tendencia de la actividad eléctrica previo al tratamiento de ortodoncia disminuye y estabiliza con el uso de férula oclusal fisiológica y colocación de arco multiloop, durante la segunda fase aumenta drásticamente con el uso de elásticos y no ha disminuido, en los últimos meses de tratamiento (Izquierdo 183.7 μ V y Derecho 161 μ V) con una desviación estándar de (Izquierdo 47 μ y Derecho 25.8 μ V).

Px.10 paciente de masculino de 19 años, Antecedentes heredó familiares prognatismo (padre) Bruxismo (madre).

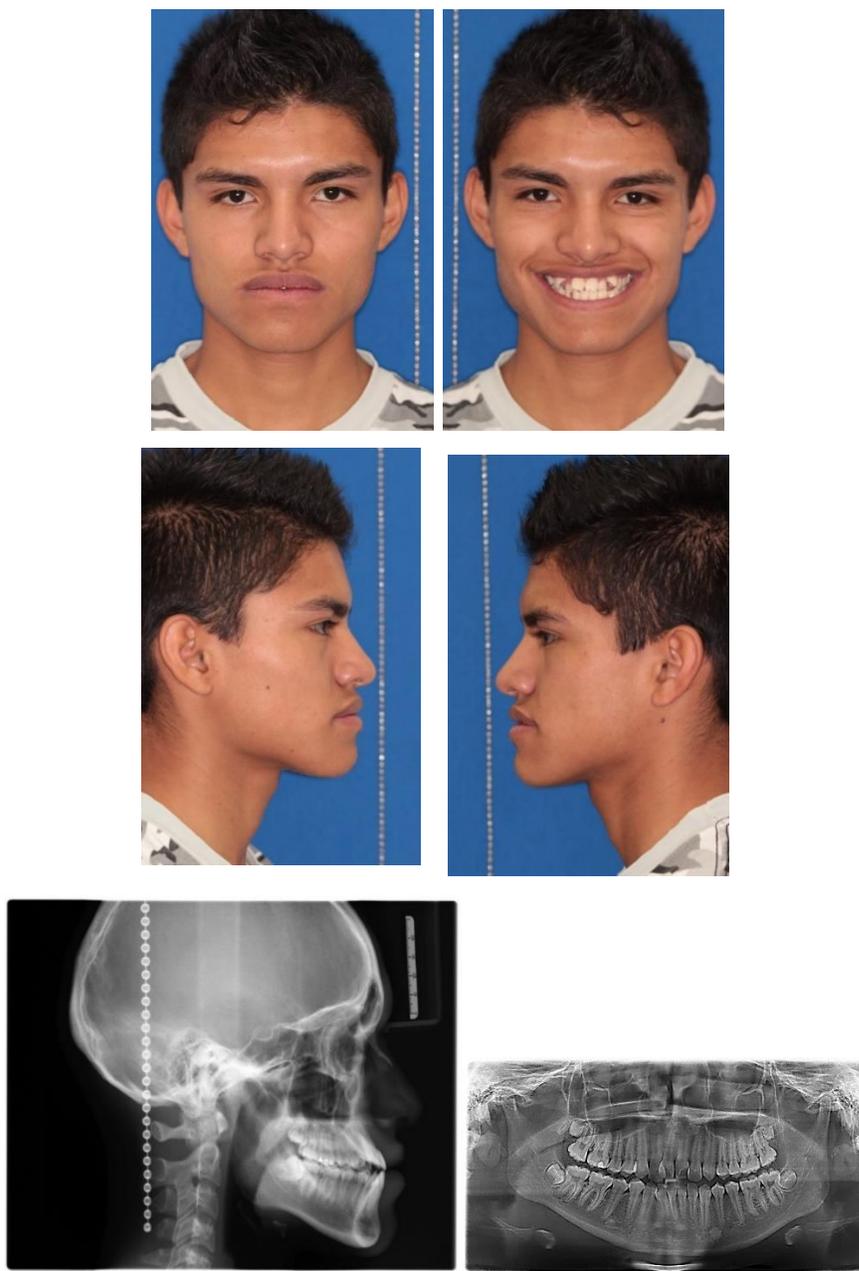


Figura 54. Px10. Galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía

Diagnóstico: Clase III esquelética (prognatismo e hipoplasia). TTM (Chasquido y desviación a la apertura) bruxismo, clase III molar y canina bilateral, mordida borde a borde, perfil cóncavo. En la Figura 54 se encuentra la galería extraoral, radiografía lateral de cráneo y ortopantomografía de la Px.10.

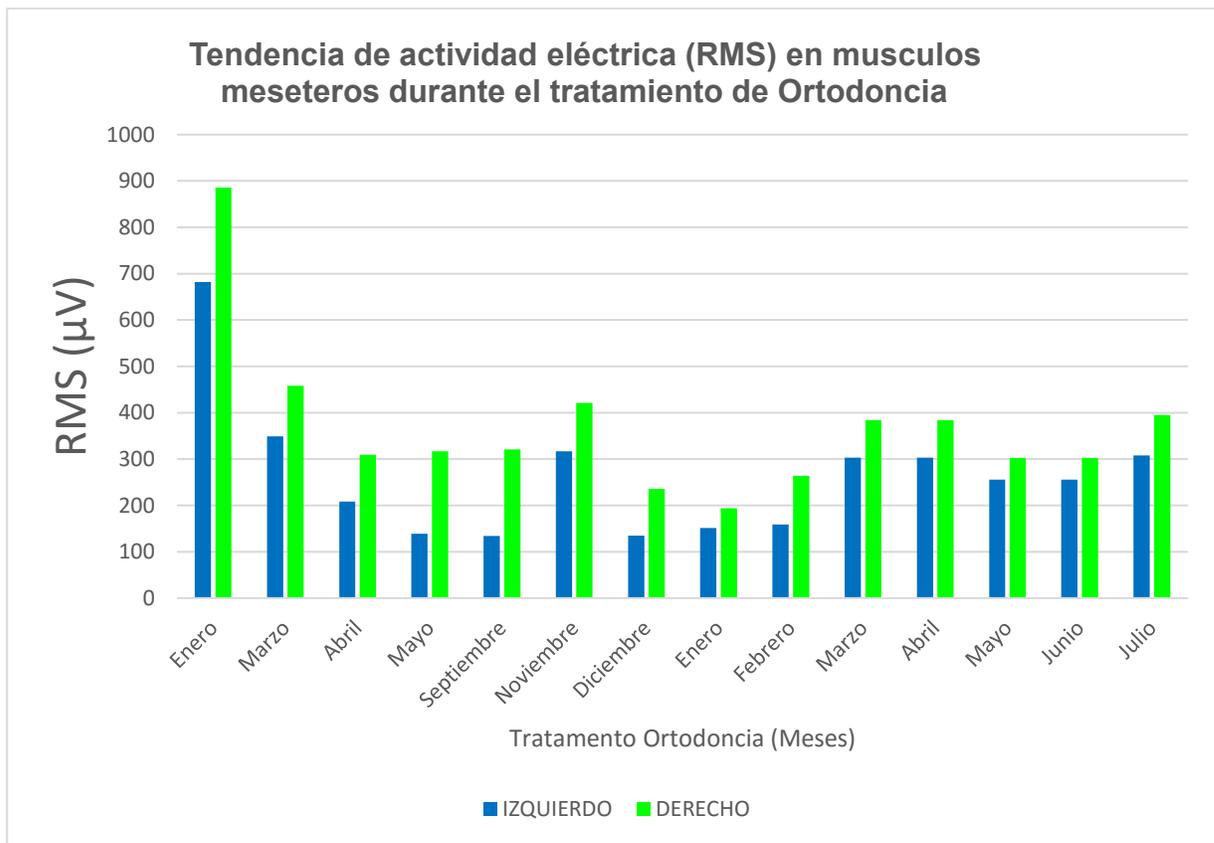


Figura 55. Px10. Galería Intraoral.

En la Figura 55 se observa la galería intraoral correspondiente a los registros RMS Inicial, RMS Mínimo, RMS Máximo, RMS Progreso obtenidos durante el tratamiento del Px. 10

(paciente masculino, 19 años de edad, Clase III con antecedente de trastorno temporomandibular.

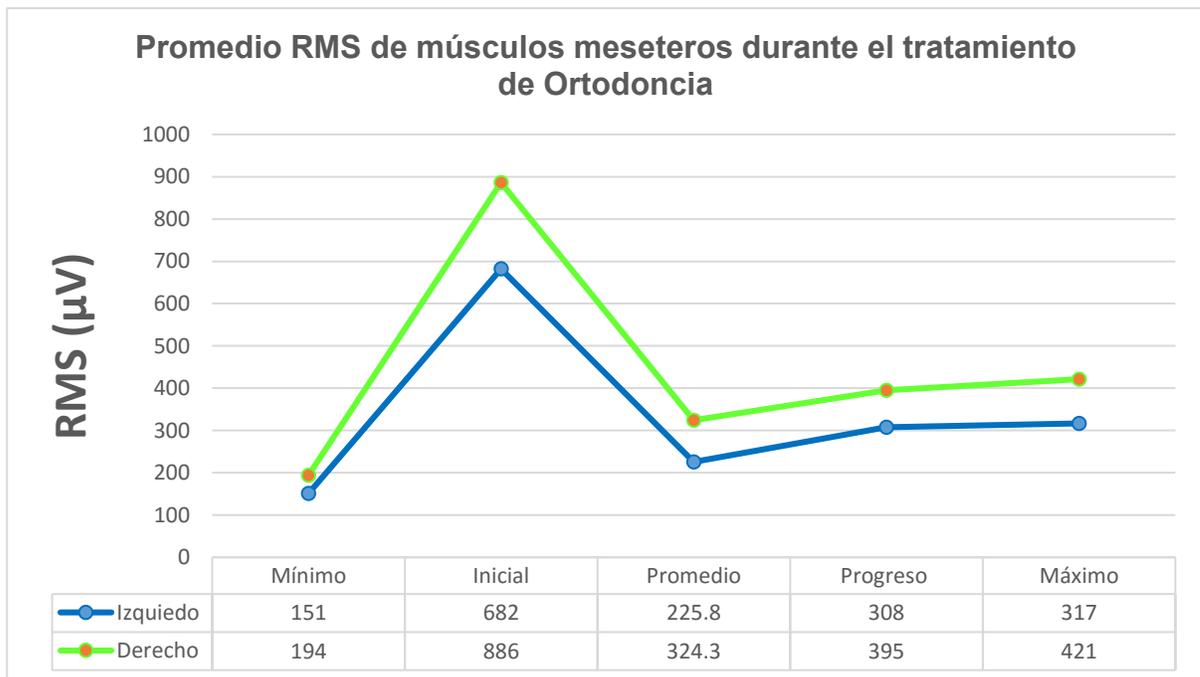
La tendencia de la actividad eléctrica muscular de los músculos maseteros izquierdo y derecho de la Px. 10 durante el tratamiento se puede ver de forma general en la Gráfica 23 donde se aprecia el valor RMS (μV) registrado (músculo masetero izquierdo, azul y músculo masetero derecho, verde) obtenido cada mes durante el periodo de enero 2015 a julio 2016



Gráfica 23. Tendencia de actividad eléctrica (RMS) en músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

Previo al tratamiento de ortodoncia se registró RMS Inicial (Izquierdo 682 μV y Derecho 886 μV), es importante mencionar que este fue el registró más alto en la escala RMS de todos los pacientes de la muestra, se indica uso de férula oclusal fisiológica durante cuatro meses se obtiene el registró del mes de abril 2015, RMS FOF (Izquierdo 139 μV y Derecho 317 μV) donde se colocó aparatología fija en arcada superior MBT slot 0.022 con arco Niti 0.014 y FOF en arcada inferior durante el tratamiento el RMS Mínimo (Izquierdo 151 μ y

Derecho 194 μV) el cual corresponde al mes de enero del 2016, dentro de la segunda fase del tratamiento el paciente portaba Arco Neosentalloy 0.016 X 0.022 en arcada superior y arco de acero 0.016 en arcada inferior con cadena elástica de OD: 43 a 44 con retro ligaduras de caninos a molares y se indicó elástico Clase III de 3/16 pesados (3/16 5mm 6 ½ oz), el registró de RMS Máximo (Izquierdo 317 μV y Derecho 421 μV) corresponde al mes de Noviembre 2015 dentro de la primera fase con arco Sentalloy 0.016 arcada superior y arco acero 0.016 en arcada inferior, se indicó uso de elásticos intermaxilares de 1/8 pesados (1/8 3mm 6 ½ oz.), clase III (dos de cada lado) arcada superior y arco de acero 0.016 en arcada inferior con cadena elástica de OD: 43 a 44 arco Niti 0.014 superior e inferior con retro ligaduras de caninos a molares y se indicó elástico clase III de 3/16 medianos (3/16 5mm 4 ½ oz.), el RMS progreso (Izquierdo 308 μV y Derecho 395 μV) correspondiente al mes de junio 2016 se colocó arco de Niti 0.016x 0.022 arcada superior y arco de retracción en acero 0.016 x 0.016 en arcada inferior, se indicó elásticos triangulares de 1/8 medianos (1/8 3mm medianos 4 ½ oz.), como se aprecia en la Figura 55 y Gráfica 23.



Gráfica 24. Promedio RMS de músculos maseteros durante el tratamiento de ortodoncia

En la Gráfica 24 se observa la tendencia de la actividad eléctrica previo al tratamiento de ortodoncia disminuye y estabiliza con el uso de férula oclusal fisiológica y con el avance

del tratamiento durante la primera y segunda fase, el promedio de los registros RMS durante todo el tratamiento (Izquierdo 225 μ V y Derecho 324 μ V) con una desviación estándar de (Izquierdo 80 μ V y Derecho 76 μ V). En la Gráfica 24

En la Tabla 9 se registra de forma conjunta el promedio RMS de todo el tratamiento de los pacientes clase III con TTM y sin TTM, se encontró que si existe diferencia significativa de actividad muscular entre los músculos maseteros izquierdos y derechos durante el tratamiento de ortodoncia. La diferencia es mayor en los pacientes que presentaron antecedente de TTM. El promedio de actividad eléctrica muscular durante el tratamiento de ortodoncia los pacientes clase III que no presentaron antecedente de TTM es menor comparado con los pacientes clase III que si presentaron de TTM. La disminución puede atribuirse a la eliminación de interferencias oclusales provocadas por la maloclusión, los cual ha generado una readaptación neuromuscular y cambios sensoriales. Teniendo como respuesta la disminución en la hiperactividad muscular a niveles normales.

Diferencia de actividad eléctrica de los músculos masetero derecho e izquierdo a diferentes tiempos en maloclusión Clase III durante el Tratamiento de ortodoncia.				
Pacientes Clase III sin antecedentes de TTM				
No.	Px. 1		Px. 2	
Músculo	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
Promedio (\bar{X})	321.7	289.2	183.25	161
Desviación estándar	116.25	115.32	47	25.8
Diferencia	0.93		21.2	
Pacientes Clase III con antecedentes de TTM				
No.	Px. 3		Px. 4	
Músculo	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
Promedio (\bar{X})	225.8	324.3	88.53	112.83
Desviación estándar	80.8	76.31	58.07	72.12
Diferencia	4.49		14.05	

Tabla 9. Diferencia de actividad eléctrica de los músculos masetero derecho e izquierdo a diferentes tiempos en maloclusión clase III durante el tratamiento de ortodoncia

Tabla 10 y Tabla 11 se observa el registró de la actividad eléctrica muscular distribuida por maloclusión, en la cual se puede comparar el RMS inicial (diagnóstico) de cada paciente el cual se obtuvo previo al tratamiento de ortodoncia del músculo masetero derecho e izquierdo, en la segunda columna se encuentra el RMS del progreso del músculo masetero derecho e izquierdo de cada pacientes, es decir la última cita perteneciente al periodo de enero 2015 a julio 2016, los pacientes siguen en tratamiento, en la tercera y cuarta columna se observa el rango en el cual se desarrolló la actividad eléctrica muscular durante el tratamiento de ortodoncia, estadísticamente este rango está delimitado por el RMS más bajo y el alto registrados durante este periodo. En la quinta y sexta columna se observa el promedio obtenido por los registros RMS en oclusión céntrica del músculo masetero derecho e izquierdo durante las primeras dos fases del tratamiento de ortodoncia. Y en la última columna se observa la desviación estándar obtenida estadísticamente a partir del promedio.

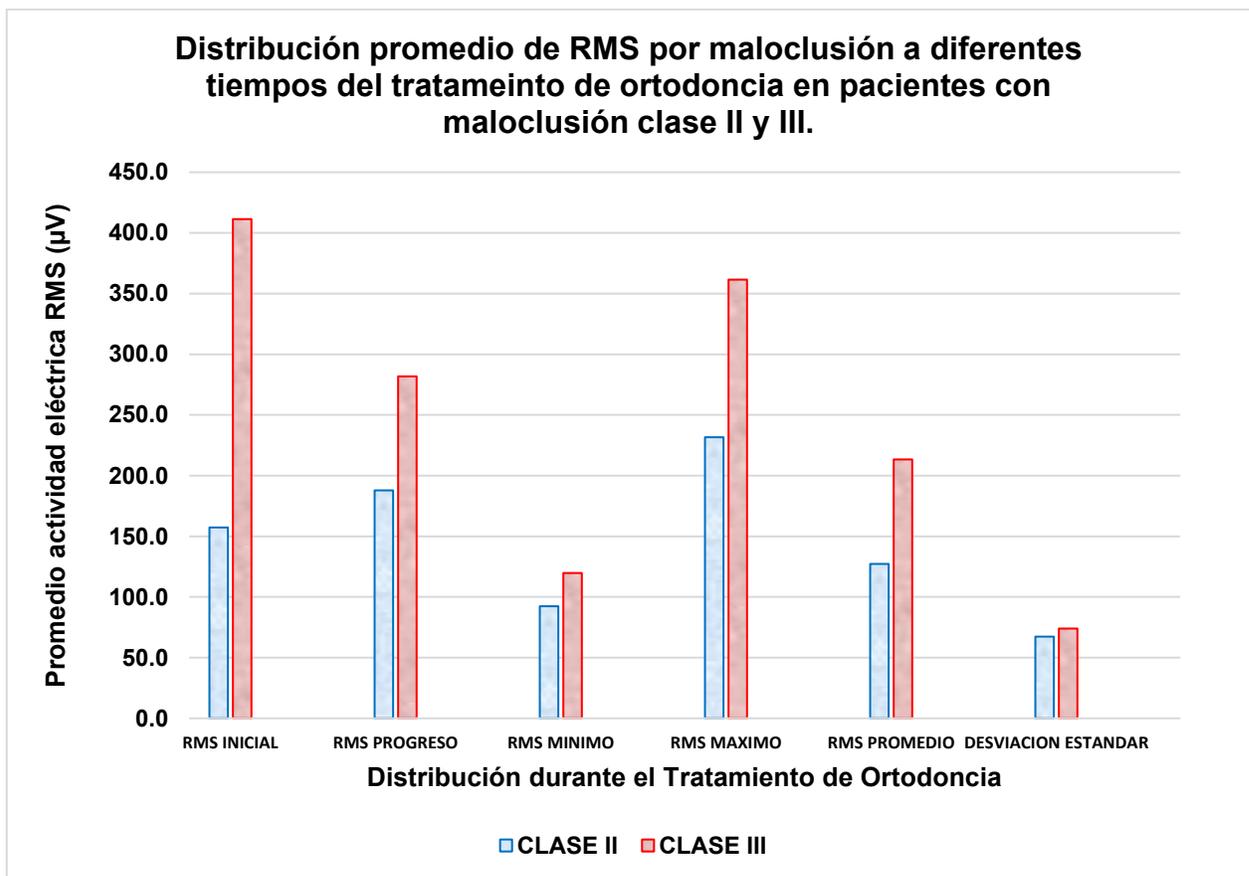
Distribución promedio de RMS por maloclusión a diferentes tiempos del tratamiento de ortodoncia en músculo masetero derecho e izquierdo en Pacientes con maloclusión Clase II y III.												
Pacientes con Maloclusión Clase II												
PACIENTE	RMS INICIAL		RMS PROGRESO		RMS MINIMO		RMS MAXIMO		RMS PROMEDIO		DESVIACION ESTÁNDAR	
	lzc. µV	Der. µV	lzc. µV	Der. µV	lzc. µV	Der. µV	lzc. µV	Der. µV	lzc. µV	Der. µV	lzc. µV	Der. µV
Px. 1	261	247	180	228	58	112	298	255	159.6	166.8	71.6	41.6
Px. 2	88	119	152	209	69.9	79	405	209	167.4	112.8	122.24	41.8
Px. 3	25	26	219	272	21.2	20.9	217	247	134.9	58	134.8	78.6
Px. 4	205	246	143	211	117	132	205	246	141.7	171.3	31.5	44.1
Px. 5	238	59.1	85	64	69.2	283	26.3	137	139.1	73.7	73.4	37.8
Px. 6	157	216	219	272	84.5	61.5	249	285	88.53	112.83	58.07	72.12
PROMEDIO	162.3	152.2	166.3	209.3	70.0	114.7	233.4	229.8	138.5	115.9	81.9	52.7
PROMEDIO	157.3		187.8		92.4		231.6		127.2		67.3	
DIFERENCIA	10.2		43.0		44.8		3.5		22.6		29.3	

Tabla 10. Distribución promedio de RMS por maloclusión a diferentes tiempos del tratamiento de ortodoncia en músculo masetero derecho e izquierdo en Pacientes con maloclusión Clase II.

Distribución promedio de RMS por maloclusión a diferentes tiempos del tratamiento de ortodoncia en músculo masetero derecho e izquierdo en pacientes con maloclusión clase II y III.												
Pacientes con maloclusión clase III												
PACIENTE	RMS INICIAL		RMS PROGRESO		RMS MINIMO		RMS MAXIMO		RMS PROMEDIO		DESVIACION ESTÁNDAR	
	Izq. μV	Der. μV	Izq. μV	Der. μV								
Px. 7	498	511	308	250	169	136	513	525	321.7	289.2	116.25	115.32
Px. 8	210	131	235	276	142	127	308	205	183.25	161	47	25.8
Px. 9	682	886	256	395	134	194	349	458	225.8	324.3	80.8	76.31
Px. 10	157	216	249	285	33.3	22.6	249	285	88.53	112.83	58.07	72.12
PROMEDIO	386.8	436.0	262.0	301.5	119.6	119.9	354.8	368.3	204.8	221.8	75.5	72.4
PROMEDIO	411.4		281.8		119.7		361.5		213.3		74.0	
DIFERENCIA	49.3		39.5		0.3		13.5		17.0		3.1	

Tabla 11. Distribución promedio de RMS por maloclusión a diferentes tiempos del tratamiento de ortodoncia en músculo masetero derecho e izquierdo en pacientes con maloclusión clase II y III.

La Gráfica 25 ilustra la comparación estadística de la actividad eléctrica muscular registrada y promediada durante estas primeras dos fases del tratamiento de ortodoncia de los 10 pacientes las columnas de color azul corresponden a RMS de los pacientes con maloclusión clase II y de color rojo corresponde los pacientes con maloclusión clase III, los promedios de los pacientes con maloclusión clase III son más altos de una forma general, la diferencia fue mayor en el registró inicial, el rango en el cual se desarrolló la actividad eléctrica durante el tratamiento de ortodoncia tuvo mayor discrepancia en el registró del progreso. Donde no se observa gráficamente diferencia es en la desviación estándar obtenida del promedio de los registros RMS de los músculos maseteros derecho e izquierdo durante el tratamiento de ortodoncia.



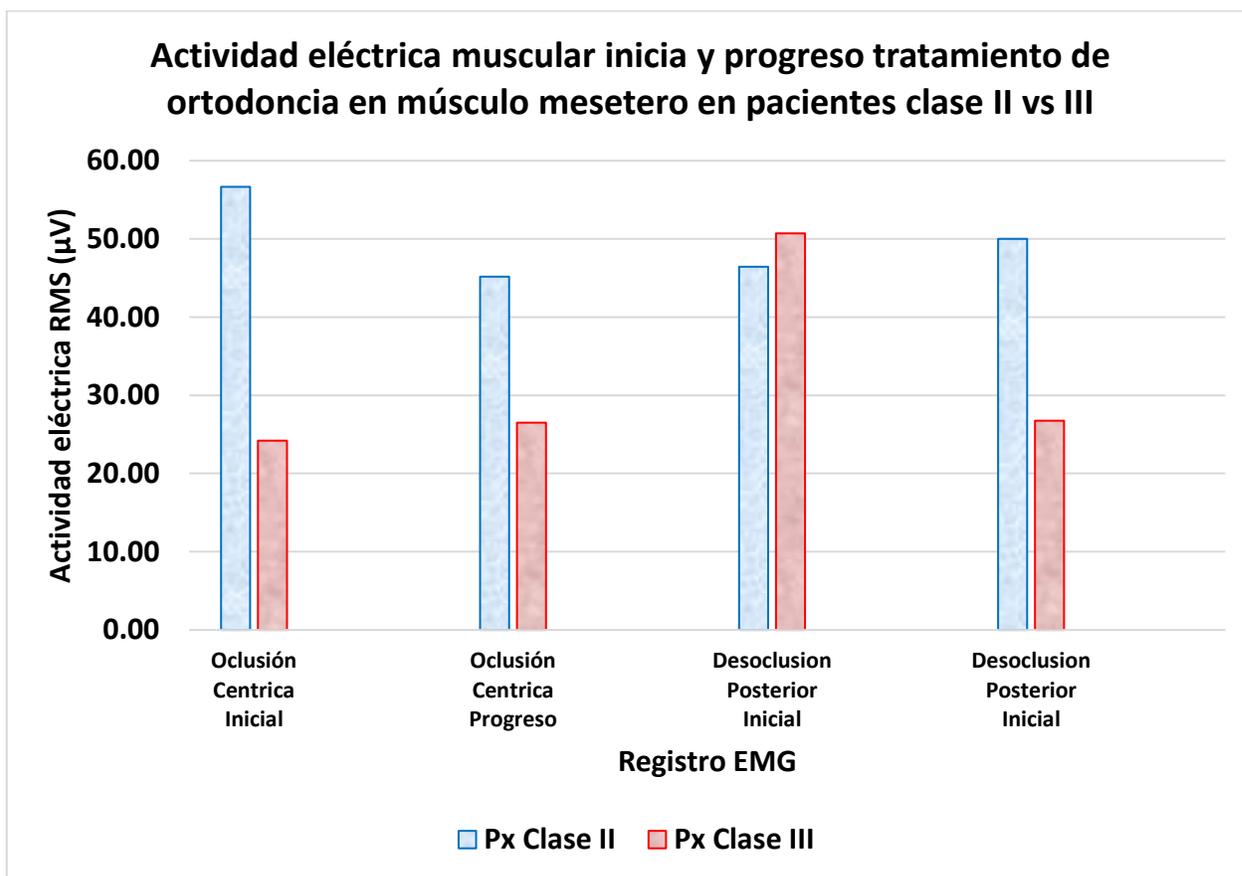
Gráfica 25. Distribución promedio de RMS por maloclusión a diferentes tiempos del tratamiento de ortodoncia en Pacientes con maloclusión clase II y III.

Promedio RMS inicia y progreso tratamiento de ortodoncia en músculo masetero derecho e izquierdo.								
Pacientes con Maloclusión clase III								
	Oclusión Céntrica Inicial		Oclusión Céntrica Progreso		Desoclusión Céntrica Inicial		Desoclusión Céntrica Progreso	
	Izq. μV	Der μV						
PACIENTE								
Jorge Salgado Bermúdez	498	511	308	250	187	196	176	250
Tamara Guzmán Bernal	210	131	235	276	201	184	340	269
Brayan Ramos Hernández	682	886	308	395	139	293	125	185
Diana Ramos Hernández	257	216	249	285	52.1	109	184	228
PROMEDIO	411.80	436.00	275.00	301.50	144.80	195.50	206.25	233.00
DIFERENCIA	24.20		26.50		50.70		26.75	
Pacientes con Maloclusión clase II								
	Oclusión Céntrica Inicial		Oclusión Céntrica Progreso		Desoclusión Céntrica Inicial		Desoclusión Céntrica Progreso	
	Izq. μV	Der μV						
PACIENTE								
Rocío Pérez Rueda	693	473	180	228	510	344	151	217
Diana Collin Ramírez	88	119	152	209	49	69	136	182
Juan Garnica Sánchez	25	26	219	272	40	38	142	220
Ileana Rodríguez Castañeda	205	246	143	211	183	226	120	182
Karen Rodríguez Castañeda	238	59.1	85	64	144	32.4	57	45
Eddy González Altamirano	261	247	197	263	188	126	185	245
PROMEDIO	251.67	195.02	162.67	207.83	185.67	139.23	131.83	181.83
DIFERENCIA	56.65		45.17		46.43		50.00	

Tabla 12 Promedio RMS inicia y progreso en músculo masetero derecho e izquierdo por maloclusión.

Por último, se compara la actividad eléctrica muscular inicial y el registró correspondiente al progreso distribuido por maloclusión como se observa en la Tabla 12, del cual se calculó estadísticamente el promedio y la diferencia entre el RMS del músculo masetero izquierdo y derecho. Estadísticamente se observa mayor diferencia en el registró RMS inicial y progreso en oclusión céntrica en pacientes con maloclusión Clase II.

Gráficamente se puede observar en la Gráfica 25 que el registró inicial en oclusión céntrica del RMS de los pacientes con maloclusión Clase III es mayor. En ambos grupos la actividad eléctrica de los músculos maseteros derecho e izquierdo disminuyo paulatinamente con uso de férula oclusal fisiológica y el tratamiento de ortodoncia. Pero la activada eléctrica muscular no se equilibra en ninguna etapa del tratamiento.



Gráfica 25. Actividad eléctrica muscular Inicial y progreso tratamiento de ortodoncia en músculo masetero en Pacientes clase II vs III

X. Análisis y Discusión de Resultados

En el presente estudio participaron 10 pacientes de los cuales el 40% corresponden al género femenino y el 60% al género masculino, de edades entre 15 a 30 años, el promedio de edad fue (17.7 ± 3.5 años).

Después del análisis estadístico encontramos que el 60% de la muestra presento clase II esquelética (66.6.7% sexo femenino y el 33.3% sexo masculino), el promedio de edad de los pacientes clase II es de 22 años y se encontraba en el rango de edad de 15 a 29 años. El 40% de la muestra presento clase III esquelética (50% sexo masculino y 50% sexo femenino), el promedio de edad los pacientes clase III es de 19 años y se encontraba en el rango de edad de 15 a 21 años en el grupo.

Las pruebas de diagnóstico en ortodoncia se emplean para identificar a aquellos pacientes con maloclusión (probable origen de la misma) y a aquellos que no la tienen. La necesidad por incorporar nuevas guías o estrategias para la monitorización neuromuscular el diagnóstico ortodóntico no es un hecho de obligado cumplimiento en la actualidad. El estudio electromiográfico, es una herramienta muy útil para el determinar la etiología de la maloclusión. Ya que la evaluación de la etiología será la clave de nuestro plan de tratamiento, el cual deberá tener un enfoque más bien etiológico que sintomático. Es por eso que el presente trabajo incorporo uso de registró electromiográfico (EMG) en la práctica clínica diaria para diagnosticar, con base de la anamnesis, pruebas de gabinete y laboratorio, para así establecer el correcto diagnóstico. Con la ventaja de que son pruebas estandarizadas las cuales se caracterizan por ser rápidas, con un costo mínimo y fácilmente reproducible.

Se realizó registró electromiográfico durante el diagnóstico, se obtuvo el RMS Inicial en oclusión céntrica de los de los músculos maseteros izquierdo y músculos maseteros derechos de los 10 pacientes con maloclusión clase II (grupo 1 n=6) y pacientes con maloclusión clase III (grupo 2 n=4). Los individuos con fuertes músculos masticatorios tienen una morfología facial más homogénea, en contraste con los individuos con musculatura débil que muestran gran variación interindividual en sus dimensiones faciales verticales. El promedio \bar{X} RMS Inicial Izquierdo del grupo 1 es de 249 μV y el promedio \bar{X} RMS Inicial Derecho del grupo 1 es de 180.6 μV ambos promedios son

menores, comparados con los obtenidos del grupo 2, el promedio \bar{X} RMS Inicial Izquierdo del grupo 2 es de 411.8 μV y el promedio \bar{X} RMS Inicial Derecho del grupo 2 es de 436 μV . El promedio \bar{X} bilateral RMS Inicial grupo 1: (215.2 μV) es menor ($\neq 208.7$) comparado con el promedio \bar{X} bilateral RMS Inicial grupo 2 (432.9 μV). Es decir, los sujetos hiperdivergentes tienen músculos masticatorios más pequeños y las fuerzas de mordida más débiles que los sujetos normales y hipodivergente.

Es importante que al momento de realizar el diagnóstico valoremos cada una de las estructuras del sistema estomatognático de forma individual, ya que no todo se rige por la oclusión, existe una prevalencia de trastornos oclusales en gran medida relacionados con la presencia de disfunción temporomandibular. Durante el diagnóstico se realizó tamizaje para determinar que pacientes presentan trastornos temporomandibular (TTM) por medio de: Historia Clínica de la especialización en Ortodoncia FES Iztacala (Anexo 1) y la Historia clínica del Laboratorio de Fisiología DEPeI, UNAM (Anexo 3) y los registros obtenidos a partir del RMS Inicial, todos los pacientes que presentaron TTM, obtuvieron un RMS Inicial mayor a 200 μV del músculo masetero derecho y músculo masetero izquierdo. A todos los pacientes diagnosticados TTM, se indicó el uso de férula oclusal fisiológica (FOF) previo al tratamiento de ortodoncia.

Durante esta etapa, los pacientes se distribuyeron en cuatro subgrupos:

Grupo 1 pacientes clase II (n=6), subgrupo 1.1 (n=3) pacientes clase II sin TTM, subgrupo 1.2 (n=3) pacientes clase II con TTM. Pacientes clase II sin TTM.

Grupo 2 pacientes clase III (n=4), subgrupo 2.1 (n=2) pacientes clase III sin TTM, subgrupo 2.2 (n=2) pacientes clase III con TTM.

Los registros obtenidos en el grupo 1.2 durante el uso de férula oclusal fisiológica fueron los siguientes: Promedio \bar{X} RMS FOF 1°mes (24.73 μV), Promedio \bar{X} RMS FOF 2°mes (8.97 μV), Promedio \bar{X} RMS FOF 1°mes (6.71 μV), la actividad eléctrica muscular es menor comparada con el grupo 2.2, Promedio \bar{X} RMS FOF 1°mes (111.09 μV), Promedio \bar{X} RMS FOF 2°mes (7.54 μV), Promedio \bar{X} RMS FOF 1°mes (31.02 μV), la disminución de actividad eléctrica (RMS μV) fue progresiva pero se observó mayor cambio en los pacientes clase II. Los tejidos que componen las articulaciones temporomandibulares difieren de otras articulaciones de debido a su movimiento complejo y composición única,

la articulación de la mandíbula y los músculos que la controlan. Los músculos afectados pueden mostrar una mayor fatiga, rigidez, debilidad subjetiva, dolor con el movimiento, restricción articular, cabe mencionar que dichas afecciones se observaron en ambos grupos.

Las características físicas de cada paciente, la actividad deportiva que realiza y el comportamiento masticatorio, altera la composición y diámetro de los tipos de fibras de los músculos masticatorios. Estos cambios probablemente influyen en la tensión que los músculos de la masticación se aplican al esqueleto craneofacial, alterando así su funcionamiento. Se ha aprendido que la carga disminuida de la mordida (Grupo 1), como resultado de la hipofunción de los músculos masticatorios, influye en el patrón de rotación, así como los cambios en la morfología de la mandibular y el cóndilo.

Es importante mencionar que las propiedades morfológicas y fisiológicas se adaptan ante cualquier tratamiento gracias a dos factores: la maduración del sistema nervioso central con objeto de sustentar nuevas funciones orales y el crecimiento de las estructuras craneomandibulares junto con el surgimiento de nuevas superficies articulares. Ambos ocurren en respuesta a la contracción de un músculo en la fuerza máxima o casi máxima: ya que aumentó el número de filamentos de actina y miosina en cada fibra muscular (hipertrofia).

Podríamos interpretar con base en los resultados obtenidos de la actividad eléctrica muscular en los pacientes diagnosticados con Trastorno temporomandibular que las fibras de tipo II (rápidas) son predominantes en los individuos cara cortas (Grupo 2), mientras que las fibras de tipo I (lentas) son el tipo predominante en individuos con un aumento de las dimensiones verticales Grupo 1, por lo tanto la estabilidad a corto y/o largo plazo y la adaptación neuromuscular posterior al tratamiento con uso de férula oclusal fisiológica es un factores importante en el éxito y el mantenimiento de los resultados obtenidos con el tratamiento de ortodoncia.

Una vez colocada la FOF, durante el primer mes, la "respuesta de los músculos maseteros" se logró durante las primeras horas después de la colocación del aparato, se mejor y mantuvo, con el uso durante varios días y una vez que se logró el alivio de todos los síntomas en los pacientes con TTM. A partir de esta etapa, la muestra de 10 pacientes con maloclusión clase II y clase III se divide nuevamente en dos grupos: grupo 1,

pacientes clase II (n=6) y grupo 2, pacientes clase III (n=4), en ambos grupos habrá pacientes con antecedente de trastorno temporomandibular TTM.

Durante el tratamiento de ortodoncia se realizó registró electromiográfico de forma paralela al tratamiento obteniendo el RMS, y por medio de análisis estadístico se obtuvo: el Promedio \bar{X} RMS Inicial (previo al tratamiento de ortodoncia) de los pacientes clase II y clase III, el Promedio \bar{X} RMS Mínimo (RMS más bajo registrado durante todo el tratamiento) de los pacientes clase II y clase III, el Promedio \bar{X} RMS Máximo (RMS más alto registrado durante todo el tratamiento) de los pacientes clase II y clase III, el Promedio \bar{X} RMS Progreso (último registró RMS obtenido durante el periodo de enero 2015 a julio 2016), el Promedio \bar{X} RMS Tratamiento (Promedio obtenido con base en todos los registros electromiográficos realizados durante el tratamiento de ortodoncia de cada pacientes durante el periodo de enero 2015 a julio 2016) y su desviación estándar. El valor promedio del RMS Inicial del grupo 1, pacientes clase II, en oclusión céntrica (\bar{X} RMS músculo masetero Izquierdo n=6: 162.3 μ V, \bar{X} RMS músculo masetero Derecho:152. μ V con un promedio bilateral de157 μ V y una diferencia \neq entre lado derecho e izquierdo de 10.2 μ V) es menor comparado con el grupo 2, pacientes clase III (\bar{X} RMS músculo masetero Izquierdo n=4: 386.8 μ V, \bar{X} RMS músculo masetero Derecho:436 μ V con un promedio bilateral de 411.4 μ V y una diferencia \neq entre lado derecho e izquierdo de 49.3 μ V).

El valor promedio del RMS Mínimo del grupo 1, pacientes clase II, en oclusión céntrica (\bar{X} RMS músculo masetero Izquierdo n=6: 70 μ V, \bar{X} RMS músculo masetero Derecho:114.7 μ V con un promedio bilateral de 92.4 μ V y una diferencia \neq entre lado derecho e izquierdo de 44.8 μ V) es mayor comparado con el grupo 2, pacientes clase III (\bar{X} RMS músculo masetero Izquierdo n=4: 119.6 μ V, \bar{X} RMS músculo masetero Derecho:119.9 μ V con un promedio bilateral de 119.7 μ V y una diferencia \neq entre lado derecho e izquierdo de 0.3 μ V).

El valor promedio del RMS Máximo del grupo 1, pacientes clase II, en oclusión céntrica (\bar{X} RMS músculo masetero Izquierdo n=6: 233.4 μ V, \bar{X} RMS músculo masetero Derecho:229.8 con un promedio bilateral de 231 μ V y una diferencia \neq entre lado derecho e izquierdo de 3.5 μ V) es menor comparado con el grupo 2, pacientes clase III (\bar{X} RMS músculo masetero Izquierdo n=4: 354.8 μ V, \bar{X} RMS músculo masetero Derecho:368.3

con un promedio bilateral de 361.5 μ V y una diferencia \neq entre lado derecho e izquierdo de 13.5 μ V).

El valor promedio del RMS Progreso del grupo 1, pacientes clase II, en oclusión céntrica (\bar{X} RMS músculo masetero Izquierdo n=6: 166.3V, \bar{X} RMS músculo masetero Derecho:209.3 μ V con un promedio bilateral de 187.8 μ V y una diferencia \neq entre lado derecho e izquierdo de 43 μ V) es mayor comparado con el grupo 2, pacientes clase III (\bar{X} RMS músculo masetero Izquierdo n=4: 262 μ V, \bar{X} RMS músculo masetero Derecho:301.5 μ V con un promedio bilateral de 281.8 μ V y una diferencia \neq entre lado derecho e izquierdo de 39.5 μ V).

El valor promedio del RMS en el tratamiento de ortodoncia del grupo 1, pacientes clase II, en oclusión céntrica (\bar{X} RMS músculo masetero Izquierdo n=6: 138.5 μ V, \bar{X} RMS músculo masetero Derecho:115.9 μ V con un promedio bilateral de 127.2 μ V y una diferencia \neq entre lado derecho e izquierdo de 22.6 μ V, Desviación estándar(DE) del RMS promedio durante el tratamiento de ortodoncia \bar{X} RMS DE: 67.3 μ V) es menor comparado con el grupo 2, pacientes clase III (\bar{X} RMS músculo masetero Izquierdo n=4: 204.8 μ V, \bar{X} RMS músculo masetero Derecho:221.8 μ V con un promedio bilateral de 213.3 μ V y una diferencia \neq entre lado derecho e izquierdo de 170 μ V, Desviación estándar (DE) del RMS promedio durante el tratamiento de ortodoncia \bar{X} RMS DE: 740 μ V).

El rendimiento masticatorio de los sujetos con rostro largo (grupo 1) se reduce considerablemente en comparación con los sujetos con forma de cráneo normal, al comparar los resultados obtenidos durante el tratamiento de ortodoncia, en esta primera etapa, se observa que la actividad se modifica directamente proporcional a la fuerza que se aplicó, de ahí la importancia de la monitorización constante neuromuscular durante el tratamiento de ortodoncia. También se observó la actividad eléctrica muscular baja de acuerdo a las condiciones morfológicas de cada paciente ya que la adaptación depende de las características fisiológicas musculares y no directamente de la oclusión es por eso que a los pacientes del Grupo 2 presentaron menor tendencia al cambio en actividad eléctrica muscular y marcaron una actividad más elevada o fuerte. La fuerza muscular de los sujetos hiperdivergentes es clínicamente importante, ya que se relaciona positivamente con contactos oclusales, soporte oclusal y el rendimiento masticatorio. Se

observó que la corrección de la mordida cruzada anterior en la pacientes clase III, aumenta la actividad electromiográfica del masetero y o mejora la coordinación del masetero bilateral y anterior músculos temporales.

Un estudio reciente realizado por Kim³⁹, encontró que la asimetría de la base del cráneo estaba relacionada con la asimetría mandibular en pacientes de Clase III esquelética.

Por lo tanto, los individuos con fuertes músculos de la masticación por lo general tienen un tipo facial hipodivergente, aunque no todas las personas con la forma facial hipodivergente tienen fuertes músculos de la masticación, es decir que los músculos de cierre de la mandíbula tienen un alto grado de plasticidad filogenético y las exigencias funcionales en estos músculos dependen en gran medida del estilo de vida, la dieta y los hábitos alimenticios, al ser mucho más variable entre las especies, estudios experimentales han demostrado que la consistencia de la dieta y la actividad masticatoria afectan no sólo músculos de la masticación, sino también muchos aspectos del crecimiento de los huesos, incluyendo tamaño y masa ósea, estructura ósea interna, el tamaño y la morfología craneofacial.

Una de las expectativas después, o durante el tratamiento de ortodoncia es mejora la función orofacial, que surge a través de la capacidad de adaptación de los músculos. Sin embargo, algunos pacientes no muestran ninguna mejora, mientras otros pueden recaer. La adaptación del músculo es atribuible a cambios en la expresión de genes y proteínas dentro del tejido. Lo cual provocará recidivas al final del tratamiento por que los cambios en la función traen cambios en la estructura interna del hueso y en su forma externa. El objetivo es estimular el funcionamiento normal e inhibir el funcionamiento alterado (elásticos intermaxilares), lo cual ha sido corroborado electromiográficamente.

Como parte final de la primera etapa se comparó en oclusión céntrica y en desoclusión posterior el promedio RMS inicial vs el promedio RMS progreso de ambos grupos: El valor promedio del RMS Inicial del grupo 1, en oclusión céntrica (\bar{X} RMS bilateral de 24.20 μ V) es menor comparado con RMS Progreso del grupo 1, en oclusión céntrica (\bar{X} RMS bilateral de 26.50 μ V). El valor promedio del RMS Inicial del grupo 1, en desoclusión posterior (\bar{X} RMS bilateral de 50.70 μ V) es mayor comparado con RMS Inicial del grupo 1, en oclusión céntrica (\bar{X} RMS bilateral de 26.75 μ V).

El valor promedio del RMS Inicial del grupo 2, en oclusión céntrica (\bar{X} RMS bilateral de 56.65 μ V) es mayor comparado con RMS Progreso del grupo 2, en oclusión céntrica (\bar{X} RMS bilateral de 45.17 μ V). El valor promedio del RMS Inicial del grupo 2, en desoclusión posterior (\bar{X} RMS bilateral de 46.43 μ V) es menor comparado con RMS Inicial del grupo, en oclusión céntrica (\bar{X} RMS bilateral de 50.00 μ V).

Con base a la comparación de inicio y progreso del tratamiento de ortodoncia, podemos decir que las Hipertrofias musculares, aumenta en relación a lo normal, la actividad electromiográfica. Debido al aumento de las unidades motoras se activan durante la contracción muscular. Un cambio notable en la actividad muscular se produjo después de los primeros días o semanas de uso de aparatología fija y elásticos intermaxilares, aumento en la actividad del músculo masetero, y más significativamente un aumento en la función del músculo masetero.

XI. Conclusiones

El papel de la musculatura en el tratamiento de ortodoncia es muy importante, es imprescindible tenerlo en cuenta de acuerdo a la maloclusión, ya que son un elemento principal de la función masticatoria. Los músculos masetero, temporales, y pterigoideos están íntimamente relacionados con los músculos faciales y parte importante de sus funciones es mantener la postura mandibular.

Los estudios electromiográficos han demostrado, que los músculos en la posición de reposo mantienen su función, el mantenimiento de un status quo de los tejidos blandos y elementos óseos. Por tal motivo los contactos oclusales prematuros provocan una actividad muscular compensatoria, la cual se desarrolla durante la función activa provocando desviaciones en la actividad neuromuscular. Dicha actividad puede cambiar la morfología ósea, lo que acentúa la maloclusión.

Si durante el desarrollo se presenta una mala relación entre el maxilar y la mandíbula, la función muscular será difícil, se puede producir una compensación en las actividades para manejar las demandas de la masticación, la respiración, la deglución y el habla. Este tipo de compensación se presenta con frecuencia en pacientes con maloclusión clase II y clase III.

Posterior al tratamiento de ortodoncia, se ven claramente las adaptaciones a la nueva relación morfológica.

La tecnología avanzada, proporcionando equipo que optimizan diagnóstico y tratamiento, es importante que como especialistas establecer o desarrollar una conexión con los estudios que nos permitan obtener información objetiva la cual no se obtiene con una exploración clínica exhaustiva.

Como ortodontistas es fundamental contar con auxiliares diagnósticos cuantificables y de fácil acceso como lo es la electromiografía para medir la actividad eléctrica muscular y medir el efecto de la función muscular previo y durante el tratamiento de ortodoncia. Con los avances en electromiografía los estudios realizados si son interpretados correctamente podrían proporcionar una pista a la solución y estabilidad de muchos problemas de maloclusión.

XII. Referencias

1. McNeill C. Fundamentos científicos y aplicaciones prácticas de la oclusión 1° edición Barcelona: Quintessence Publishing, 2005.
2. Vigue J. Atlas del cuerpo humano: Anatomía e Histología, Patología, 2007
3. Gómez F., Campos M. Histología y embriología bucodental, editorial Panamericana, 2° Edición, 2009.
4. <http://drmimeuroanatomia.blogspot.mx/>
5. Martínez E. Músculos masticadores, Uploads, (www.enriquemartinez.com), 2013.
6. Okeson P., Oclusión y Afecciones Temporomandibulares, editorial Mosby, Doyma Libros 3° edición, 1995.
7. Tortora, Derrickson, Principios de Anatomía y Fisiología, editorial Panamericana, 11° edición, 2013.
8. Magnusson, T., Carlsson, G., Occlusal adjustment in patients with residual or recurrent signs of mandibular dysfunction. Journal prosthetic, Volumen 43, Páginas: 194, 1985.
9. Gómez F., Campos M., Histología y embriología bucodental, editorial Panamericana, 1° edición, 1999.
10. Quijano Y., Anatomía clínica de la ATM, Colombia, Volumen 3, Páginas: 4, 2011.
11. Ferraris, M., Carranza, M., Cambios estructurales del complejo articular temporomandibular (CATM) en distintas edades gestacionales. Revista. Chile, Volumen 20, Páginas:185-191, 2002
12. Monje G., Diagnóstico y Tratamiento de la patología de la articulación temporomandibular, editoria Ripano, Madrid, 2009.
13. Granizo M., López R., Fisiopatología de la articulación temporomandibular, Anomalías y deformidades, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, 2014.
14. Maglione H., Disfunción craneomandibulare, afecciones de los músculos masticadores y de la ATM dolor oro facial, 1° edición Argentina, Amolca, 2008.
15. Hainut K., Biomecánica de la actividad muscular, En: Introducción biomecánica, Barcelona. Jims, 70-85, 1988.
16. Manss FA., Sistema Estomatognático: fisiología y sus correlaciones clínicas biológicas. 1° editorial Madrid: Ripano, 2011

17. Fernández, L. I., Zanotta, G., & Kreiner, M. (2010). Estudio Comparativo del Complejo Electromiográfico Post-Estímulo del Músculo Masetero en Pacientes Rehabilitados con Prótesis Completa Bimaxilar Mediante Técnica Piezográfica y Técnica Convencional. *Odontoestomatología*, 12(14), 45-53, 2012.
18. Castañeda M., Ramón R., Uso de férulas oclusales en pacientes con trastornos temporomandibular, Universidad de Ciencias Médicas, Santiago de Cuba, Cuba. Medisan, 2016.
19. Fleitas A. Arellano L. Teran A. Determinación de signos y síntomas de trastornos temporomandibulares. Revista Los Andes, volumen 123, Venezuela, 2010.
20. <http://www.secom.org/articulos/monograficos/artatm.html>. Consulta: 18/4/201, 2015.
21. Espinar E., Chaques J., Férulas oclusales como principio de obtención del diagnóstico en relación céntrica en Ortodoncia, Revista Española, volumen 33, paginas 43-49, 2003.
22. Moreno F., Estudio Electromiográfico digital mediante la Raíz Cuadrática Media (RMS) con Trastorno Temporomandibular después del uso de férula oclusal, Tesis Odontología FO - UNAM, 2015.
23. Espinar E., Chaques J., Férulas oclusales como principio de obtención del diagnóstico en relación céntrica en Ortodoncia, Revista Española, 2003.
24. Castellanos P, Godínez R, Jiménez I. Electrofisiología humana, un enfoque para ingenieros. Ed. Universidad Autónoma Metropolitana. México, volumen 348, 1997.
25. Caballero K., Duque L., Caballos S., Ramírez J., Conceptos básicos para el análisis Electromiográfico, Instituto de ciencias de la Salud. Seminarios de Ortodoncia, 2012.
26. <http://biologiamedica.blogspot.mx/2010/10/contraccion-muscular-base-molecular.html>
27. Fowler C., Electromyography and nerve conduction. In: Binnie CD, Cooper R, Fowler CJ, Mauguière F, Prior PF. Clinical neurophysiology, Oxford: Ed BH, páginas: 43-59, 1995
28. Begg pr: Stone Age man's Dentition. Journal orthodontics Volumen 40, Página 298-312, 1954.

29. Meenaskshi I., Valiathan A., Electromyography and Orthodontics. Current Science, Volumen 80, Página. 40, Febrero 2001.
30. James R., Friction, Gestión de masticatoria miofascial dolor, management of masticatory myofascial pain. Journal Orthodontics ,2014.
31. Hainut K., Biomecánica de la actividad muscular. En: Introducción biomecánica, Barcelona. Jims. Página: 70-85, 1988.
32. Sato, Nasu, Motegi, Analysis of posttreatment electromyographs in patients with nonreducing disc displacement of the temporomandibular joint., Journal of Oral Rehabilitation, 2002;
33. Vázquez, Sánchez, Rodríguez, Diferencia del reflejo inhibitorio meseterico en pacientes parcialmente desdentados antes y después del uso de prótesis removible Revista ADM, pagina: 238-246, 2008,
34. Uribe S., ¿Qué es la Odontología Basada en la Evidencia? Revista Facultad de Odontología UV, Vol. 2(4):281-7, 2000.
35. Endo M., Terajiram, Gotock, Tokumorik, Takahashii. Three.ddimensional analysis of the temporomandibular joint andfossa – Condyle relationship. Orthodontics (Chic), Vol. 12, pagina:210-221, 2011.
36. Jaleska c, Siré b. Estudio electromiográfico en pacientes con síndrome maloclusivo clase ii, división 1, tratados con el activador abierto elástico de Klammt, Facultad estomatológica, Ciudad de la Habana, 2014.
37. Duques F, Jaramillo V, Farbiartz J, Alvarez D. Pelaez V. Cambios electromiográfico después de la cirugía ortognática: reporte de cuatro casos. Revista Facultad odontologia, Vol. 13, pagina:35-50, 2002.
38. Mcnamara et al. Musculoskeletal adaptation following orthognathic surgery. Monograph number 8. center for human growth and development. The University of Michigan, Vol. 32, pagina:31-32.
39. Sung-jin Kim, Hyung-seon baik, Chung ju-hwang, y Hyung-seog yu Diagnóstico y evaluación de esqueléticos pacientes clase iii con asimetría facial para la cirugía ortognática mediante tomografía computarizada tridimensional, Journal of Orthodontics, 2013.

