



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS

MÉDICAS ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD

“Evaluación de los cambios en las diferencias de la actividad electromiográfica de los músculos maseteros durante la terapia de desprogramación en ortodoncia”

TESIS

QUE PARA OPTAAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS CLÍNICAS (ORTODONCIA)

PRESENTA:

C.D.E.O. CLAUDIA IVONNE RODRIGUEZ CASTAÑEDA

TUTOR:

DR. FERNÁNDO ÁNGELES MEDINA

Ciudad Universitaria, CDMX, septiembre 2019



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

Contenido

AGRADECIMIENTOS	4
DEDICATORIA	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	10
MARCO TEORICO	12
MÚSCULOS DE LA MASTICACIÓN.....	12
SISTEMA NEUROMUSCULAR	15
EQUILIBRIO NEUROMUSCULAR.....	18
ELECTROMIOGRAFÍA.....	19
ELECTROMIOGRAFÍA EN ORTODONCIA	21
ANTECEDENTES.....	24
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	27
JUSTIFICACIÓN.....	27
OBJETIVOS.....	28
Objetivo General.....	28
Objetivos específicos	28
HIPÓTESIS.....	29
MATERIALES Y MÉTODOS	31
TIPO DE ESTUDIO.....	31
POBLACIÓN DE ESTUDIO	31
SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA	31
CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	32
DEFINICIÓN OPERACIONAL Y ESCALA DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES.....	33
Variables independientes.....	33
Variables dependientes	35
MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	37
Estandarización del método clínico de registro de la actividad electromiográfica	41
Terapia de desprogramación neuromuscular	43
PRUEBA PILOTO	44
MÉTODOS DE REGISTRO Y PROCESAMIENTO	45
ANÁLISIS DE DATOS	45
CONSIDERACIONES ÉTICAS	46
ORGANIZACIÓN	46
PRESUPUESTO.....	47
RESULTADOS	47
DISCUSIÓN.....	68
CONCLUSIONES	72
Bibliografía.....	73

Anexos.....	75
Anexo 1: Descripción de medición e interpretación de variables cefalométrico.....	75
Anexo 2: Consentimiento informado	75
Anexo 3: Instrumento de recolección de información clínica	75
Anexo 4Instrumento de recolección de actividad electromiográfica	75

AGRADECIMIENTOS

A los pacientes por su paciencia y el tiempo que participaron en este estudio aportándonos mayores avances en la investigación Odontológica.

Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas Odontológicas y de la Salud.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo recibido como becaria durante los dos años de mi formación

Proyecto PAPIIT IT201817 del Laboratorio de Fisiología De la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI) de la Facultad de Odontología, UNAM.

Dr. Fernando Ángeles Medina Jefe del Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Odontología de la DEPeI, Universidad Nacional Autónoma de México por la tutoría de este proyecto.

Dr. Marcelo Kreiner Profesor de la Cátedra de Fisiología General y Buco-dental, Facultad de Odontología, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. Por sus enseñanzas, el tiempo prestado, la paciencia y sobre todo su calidad humana.

Mtro. Ignacio Fernández. Asistente, G^o 2, Cátedra de Fisiología General y Bucodental, Facultad de Odontología, Universidad de la República, Uruguay.

Fernando Massa, Instituto de Estadística (IESTA) Universidad de la República, Uruguay, Montevideo.

Mtro. José Arturo Fernández Pedrero Docente de la Especialidad de Prótesis Bucal de la DEPeI, UNAM por su asesoría en el proyecto. Por su asesoría y apoyo para la realización de este proyecto.

Dr. Luis Pablo Cruz Hervert Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología, UNAM. Por su asesoría durante el inicio y desarrollo de este proyecto.

Dr. Eduardo LLamosas Coordinador de la Especialidad en Ortodoncia Facultad de Estudios Superior Iztacala, UNAM. Que han seguido conmigo este proyecto y se han comprometido en su desarrollo,

C.D. Julio Morales González Laboratorio de Fisiología. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Facultad de Odontología UNAM. MEXICO.

Dr. David Elías Viñas † Jefe del Laboratorio de Bioelectrónica del CINVESTAV, Instituto Politécnico Nacional.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mis adorados padres Eusebio y Reyna quienes me han inculcado la perseverancia, la responsabilidad y la constancia, a ellos que a pesar de las dificultades me han impulsado día con día y han respaldado mis decisiones. Gracias papas por su apoyo incondicional, sus sabios consejos y su infinito amor he alcanzado un logro más en mi vida.

A mis hermanas Ileana y Karen con quienes he vivido cada pasó en mi desarrollo, ellas son las personas que están ahí cuando lo necesito, quienes me levantan cuando caigo, y son mis mejores amigas porque me defienden como nadie más lo hace.

A mí estimado tutor Dr. Fernando Ángeles Medina, quien ha sido un ejemplo de superación, firmeza y determinación durante todo mi proceso de formación, y gracias a su valioso aporte humano y académico he llegado a la culminación de este trabajo de investigación. Sin su respaldo no habría sido posible llegar a este momento tan importante de crecimiento personal y profesional

Al doctor Julio Morales quien antes de ser mi colega es un excelente amigo porque me ha apoyado física y moralmente durante este gran proceso.

Al equipo del Laboratorio de Fisiología por su gran trabajo día a día.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de desarrollarme en el campo de la investigación, y sobre todo por haberme hecho sentir parte activa de la comunidad UNAM.

“Orgullosamente UNAM - Por mi raza hablará el espíritu”

RESUMEN

Evaluación de los cambios en las diferencias de la actividad electromiográfica de los músculos maseteros durante la terapia de desprogramación en ortodoncia

Introducción.- En ortodoncia la evaluación neuromuscular es un objetivo clínico importante durante el diagnóstico ya que la mal posición dentaria altera la función muscular, modificando la posición mandibular. Se asume que la terapia de desprogramación produce equilibrio neuromuscular corrigiendo la dinámica de la postura mandibular. **Objetivo.-** Evaluar los cambios en las diferencias de la actividad electromiográfica de los músculos maseteros producidos por la terapia de desprogramación neuromuscular mediante el uso de férula oclusal en pacientes de ortodoncia. **Materiales y Métodos.-** Se siguió una cohorte de 50 pacientes, (39 mujeres y 13 hombres), promedio de edad de 22.5 ± 4.9 años, con indicación de desprogramación neuromuscular mediante el uso de férula oclusal. Se midió la actividad electromiográfica bilateral de los músculos maseteros durante dos meses de uso de férula oclusal (T0=Basal, T1= 15 días, T2= 30 días, T3= 45 días, T4= 60 días) los registros se realizaron con Electromiógrafo digital (UNAM-CINVESTAV) en máxima intercuspidad durante 30 segundos, la actividad eléctrica (RMS, constante y pendiente) de los músculos maseteros se registró en microvolts (μV). Se estimó las diferencias de la actividad eléctrica en los 5 tiempos. Se realizaron modelos multinivel de efectos aleatorios para medidas repetidas por edad, sexo, crecimiento mandibular, deflexión craneal, posición mandibular, morfología mandibular, dirección de crecimiento craneofacial, maloclusión esquelética, biotipo facial, dolor miofascial e IMC. **Resultados.-** La mediana de las diferencias de actividad electromiográfica basal RMS ($66.1 \mu\text{V}$ (RIC 21-83.5)), constante $76.4 \mu\text{V}$ (RIC 37.1-106.4) y pendiente $0.2 \mu\text{V}$ (RIC 0.39-1.84) disminuyeron posterior a la terapia de desprogramación en ortodoncia RMS (T₅=48.9 (RIC 14.4-65)), constante (T₅=51.9 (RIC 17.4-71.3) y pendiente (T₅=1.2 (RIC 0.3-1.5)). El modelo multivariado mostró una disminución de las diferencias de RMS (coeficiente de regresión [(Coef.] -8.91; p= 0.04) por cada 15 días de uso de férula oclusal, y en mayor medida en pacientes con deflexión craneal clase III y con biotipo braquifacial. Las diferencias de la constante disminuye (coeficiente de

regresión ([Coef.] -17.58; $p= 0.002$) por cada 15 días de uso de férula oclusal, y en mayor medida en pacientes con deflexión craneal clase II, dirección de crecimiento mesofacial, maloclusión esquelética clase III y braquifacial. Las diferencias de la pendiente no presentó cambios con respecto al tiempo (coeficiente de regresión [Coef.] 0.23; $p= 0.424$) y disminuyó solo en pacientes con dirección de crecimiento braquifacial y con maloclusión esquelética clase III. **Conclusiones.-** Las diferencias de la actividad eléctrica neuromuscular (RMS, constante y pendiente) disminuyeron gradualmente con el uso de férula oclusal, sin embargo en algunos pacientes la diferencia de la actividad electromiográfica aumentó con la terapia de desprogramación aleatoriamente confirmando que el efecto de uso de férula varía en cada paciente y no es constante como generalmente se asume.

Palabras claves: Músculos masticación, Desprogramación neuromuscular, Electromiografía.

ABSTRACT

Evaluation of changes in the differences of the electromyographic activity of the masseter muscles during orthodontic deprogramming therapy

Introduction. - In Orthodontics neuromuscular is an important clinical objective during diagnosis, since dental malposition alters muscle function, modifying the mandibular position. It is assumed that deprogramming therapy produces neuromuscular balance by correcting the dynamics of the mandibular posture. **Objectives.-** To evaluate the changes in the electromyographic activity differences of the masseters muscles produced by neuromuscular deprogramming therapy through the use of an occlusal splint in orthodontic patients. **Material and Methods.** - In the Physiology clinic, a cohort of 52 patients between 18 and 30 years old were recorded (39 women and 13 men), the average age was (22.5± 4.9 years), with indication of neuromuscular deprogramming Using the occlusal splint, the bilateral electromyographic activity of the masseter muscles was measured during two months of use of the occlusal splint, the records were made with a digital electromyograph (UNAM-CINVESTAV) in maximum intercuspation for 30 seconds, the electrical activity (RMS)) of the masseter muscles was recorded in microvolts (μV). The differences in electrical activity (RMS, constant and slope) were estimated in 5 times (T0 = Basal, T1 = 15 days, T2 = 30 days, T3 = 45 days , T4 = 60 days) Multilevel random-effect models were performed for repeated measurements by age, sex, mandibular growth, cranial deflection, mandibular position, mandibular morphology, craniofacial growth direction, malocclusion esquelético, biotipofacial, myofascial pain and BMI. **Result.-** The median of the differences in baseline electromyographic activity (66.1 μV (RIC 21-83.5)), constant 76.4 μV (RIC 37.1-106.4) and pending 0.2 μV (RIC 0.39-1.84) is greater compared to the estimated differences after the Deprogramming therapy in RMS orthodontics (T5 = 48.9 (RIC 14.4-65)), constant (T5 = 51.9 (RIC17.4-71.3) and slope (T5 = 1.2 (RIC 0.3-1.5)). The multivariate model showed a decreased of the RMS differences (regression coefficient [(Coef.) -8.91; p = 0.04) for every 15 days of occlusal splint use, and to a greater extent in patients with class III cranial deflection and braquifacial biotype. the constant decreases (coefficient of regression [(Coef.)

-17.58; $p = 0.002$) for every 15 days of use of the occlusal splint, and to a greater extent in patients with cranial deflection class II, mesofacial growth direction, skeletal malocclusion class III and braquifacial. The differences slope did not change with respect to the time (regression coefficient [Coef.] 0.23; $p = 0.424$) and decreased only in patients with braquifacial growth direction and with class III skeletal malocclusion. **Conclusion-** Differences in neuromuscular electrical activity (RMS, constant and slope) decreased gradually with the use of an occlusal splint, however in some patients the difference in electromyographic activity increased with random deprogramming therapy confirming that the effect of splint use varies in each patient and is not constant as is generally assumed.

Key Word: Muscle chewing, Neuromuscular deprogramming, Electromyography.

INTRODUCCIÓN

El equilibrio neuromuscular (EN) es la coordinación muscular dinámica, entre la relación y la actividad de los músculos masticatorios, considerando simetría y dirección de acción de acuerdo a su función. El equilibrio define la dinámica de la postura mandibular para prevenir lesiones relacionadas con las fuerzas de masticación, las características cráneo faciales y el adecuado desempeño de los músculos en sus diferentes funciones (deglución, fonación, respiración, masticación, postura mandibular, etcétera). (De Rossi, 2009) Un factor determinante del EN es la morfología y la función de las estructuras pareadas, al analizar el comportamiento entre el lado derecho e izquierdo del cuerpo.

Las evaluaciones morfológicas de la asimetría cráneo facial se han convertido en una parte habitual de la caracterización de las maloclusiones severas. (S Peck, 1991). Asimismo el rendimiento funcional es indicador de la actividad que se utiliza para determinar el equilibrio neuromuscular. Sin embargo es importante mencionar que no existe un consenso en la bibliografía en relación al fenómeno del EN y los niveles de simetría muscular (Schmitt LC, 2015). Trabajos recientes definen asimetría de la fuerza del músculo cuando ésta equivale a más del 15% del déficit comparado con el mismo músculo del lado contrario. Esta disarmonía evidencia desequilibrio en el movimiento generando demandas mecánicas del órgano con peores resultados en términos de función y rendimiento muscular. (De Rossi, 2009) (Di Palma, 2017.) Los patrones de actividad oclusal dependen del nivel de contracción muscular, existiendo una relación entre los niveles de contracción del músculo masetero y el número de contactos dentarios. Para cuantificar la diferencia de actividad en una contracción isométrica de un músculo bilateral, se utiliza un Índice de Asimetría en el cual la actividad unilateral se sustrae de la contralateral y se divide por la suma de ambas actividades. (Naeije M, 1989)

En este sentido la electromiografía (EMG), monitorea la actividad eléctrica muscular, permitiendo observar los potenciales de acción espontáneos o inducidos por contracciones voluntarias facilitando la valoración grupal o individual de los músculos de la masticación.

(Pereiticio 2009) En ortodoncia la EMG es una prueba de tamizaje diagnóstico para detectar alteraciones musculares con base a la actividad eléctrica y los valores promedio de los potenciales de acción adquiridos durante el registro en microvolts. Esta herramienta se ha utilizado para evaluar el equilibrio neuromuscular del complejo cráneo facial en pacientes tratados con ortopedia o sometidos a cirugía maxilofacial, estudiando los patrones electromiográficos mandibulares y la actividad de los principales músculos masticatorios (maseteros, temporales), asociados al equilibrio neuromuscular. (Berger M., 2017)(Humsi, 1989).

La literatura científica no muestra evidencia suficiente para atribuir equilibrio neuromuscular como producto de tratamientos ortopédicos. El objetivo de este estudio es analizar posibles variaciones en el equilibrio neuromuscular con base en los registros electromiográficos de los músculos maseteros previos y posteriores a dos meses de uso de férula oclusal en pacientes de ortodoncia.

MARCO TEORICO

MÚSCULOS DE LA MASTICACIÓN

Los músculos de la masticación se encargan de la dinámica, posición y relación entre el cráneo y la mandíbula, su óptimo funcionamiento ubicará a los cóndilos mandibulares correctamente dentro de las cavidades glenoideas.

Las fuerzas direccionales de los músculos determinan la posición óptima de la articulación ortopédicamente estable éste es un principio ortopédico básico, cada articulación móvil tiene una posición músculo esquelético estable: la posición estabilizada por la actividad de los músculos. Dicha posición puede identificarse observando las fuerzas direccionales aplicadas por los músculos estabilizadores. (Okeson J. P., 2008) Se ha demostrado que la respuesta propioceptiva puede cambiar tanto la estabilidad articular como la actividad muscular a la posición correcta, bajando los niveles de actividad tónica masticatoria debido a que los músculos son controlados por los receptores sensoriales del sistema nervioso central. (Thuan T.T.Dao, 1994)

Los músculos son responsables de la locomoción unión y movimiento del cuerpo. El grupo de músculos de la masticación se integra por cuatro pares de músculos: maseteros, temporales, pterigoideos interno y externos. (Okeson J. P., 2008)

Músculo Masetero

El músculo masetero es rectangular, tiene su origen en el arco cigomático y se extiende hacia abajo, hasta la cara externa del borde inferior de la rama de la mandíbula. Su inserción mandibular abarca la región del segundo molar en el borde inferior, en dirección posterior, hasta el ángulo.

Está formado por dos porciones o vientres: 1) superficial, formada por fibras con un trayecto descendente y ligeramente hacia atrás y 2) profunda, consiste en fibras que transcurren en una dirección vertical.

Cuando las fibras del masetero se contraen, la mandíbula se eleva y los dientes entran en contacto. El masetero es un músculo potente que proporciona la fuerza necesaria para una masticación eficiente. Su proporción superficial también puede facilitar la protrusión de la mandíbula. Cuando ésta se halla protruida y se aplica una fuerza de masticación, las fibras de la porción profunda estabilizan al cóndilo frente a la eminencia articular. (Liard, 2004)

Músculo Temporal

El músculo temporal es grande y con forma de abanico, se origina en la fosa temporal y en la superficie del cráneo. Sus fibras se extienden hacia abajo, entre el arco cigomático y la superficie lateral del cráneo, para formar un tendón que se inserta en la apófisis coronoides y el borde anterior de la rama ascendente. Puede dividirse en tres zonas distintas según la dirección de las fibras y su función final. 1) La porción anterior ésta formada por fibras con una dirección vertical, 2) La porción media con fibras en trayecto oblicuo por la cara lateral del cráneo en el transcurso descendente y 3) La porción posterior formada por fibras horizontales, que van hacia delante por encima del oído, se unen debajo del arco cigomático.

Cuando el músculo temporal se contrae totalmente coordina los movimientos de cierre mandibular. Si se contrae parcialmente la mandíbula se desplaza siguiendo la dirección de las fibras que se activan. Cuando se contrae la porción anterior de la mandíbula se eleva verticalmente. La contracción de la porción media produce elevación y retracción mandibular. La función de la porción posterior es algo controvertida. (Okeson J. P., 2008)

Músculo Pterigoideo interno

El músculo pterigoideo medial (interno) tiene su origen en la fosa pterigoidea y se extiende hacia abajo, hacia atrás y hacia afuera, para insertarse a lo largo de la superficie interna del ángulo mandibular. Junto con el masetero, con el que soporta la mandíbula en el ángulo mandibular. Cuando sus fibras se contraen, se eleva la mandíbula y los dientes entran en

contacto. Este músculo también es activo en la protrusión mandibular. La contracción unilateral producirá un movimiento de la medio protrusión mandibular.

Músculo Pterigoideo externo

El músculo pterigoideo externo se integra por dos cuerpos el pterigoideo externo inferior y el pterigoideo externo superior. Los cuales se identifican como músculos diferenciados y sus funciones son casi contrarias.

- **Pterigoideo externo inferior**, tiene su origen en la superficie externa de la lámina pterigoidea externa y se extiende hacia atrás, hacia arriba y hacia afuera hasta insertarse en los cuellos del cóndilo. Cuando los pterigoideo externos inferiores derecho e izquierdo se contraen simultáneamente los cóndilos, tensionándose desde las eminencias articulares hacia abajo produciendo protrusión mandibular. La contracción unilateral crea movimiento de medioprotrusion de ese cóndilo y se origina un movimiento lateral de la mandíbula hacia el lado contrario cuando este músculo actúa con los depresores mandibulares, la mandíbula desciende y los cóndilos se deslizan hacia delante y hacia abajo sobre las eminencias articulares. (Gutierrez, 2000)
- **Pterigoideo externo superior**, es más pequeño que el inferior, tiene su origen en la superficie infratemporal del ala mayor del esfenoides y se extiende horizontalmente hacia atrás y hacia fuera, hasta su inserción en la cápsula articular en el disco y en el cuello del cóndilo. La mayoría de las fibras del músculo pterigoideo externo superior (60-70%), se insertan en el cuello del cóndilo y solo 30-40% se unen al disco. El pterigoideo externo inferior actúa durante la apertura, el superior se mantiene inactivo y trabaja con los elevadores. El pterigoideo externo superior predomina al morder con fuerza y al mantener los dientes juntos.

SISTEMA NEUROMUSCULAR

El Sistema Neuromuscular (SN), es considerado un aspecto biológico importante, se compone del sistema nervioso y el sistema músculo esquelético. Se encarga del movimiento, estructura y función del sistema muscular. El SN interactúa de manera simultánea en contracción y en reposo con ausencia clínica de compensaciones, trabajo excesivo de uno o varios músculos, estabilidad funcional del sistema, ya que la presencia de algún signo o síntoma de desequilibrio compromete la estabilidad articular, ósea y oclusal. (Kulas AS, 2017)

La estructura del sistema neuromuscular está formada por células musculares esqueléticas y por tejido conectivo. El tejido conectivo reviste cada célula muscular formando al endomisio. Las células musculares se agrupan en haces o fascículos, rodeados de una cubierta conectiva denominada perimisio. El músculo entero dispone de una lámina gruesa llamada epimisio. Las cubiertas de tejido conectivo pueden continuarse con el tejido fibroso que forma los tendones, los cuales constituyen el anclaje del músculo al hueso. Este tejido conectivo es esencial para la transmisión de la fuerza generada por las células musculares al esqueleto.

El tejido muscular esquelético está formado por células largas, denominadas fibras multinucleadas y cilíndricas. Su longitud es variable (1-40mm), y el diámetro es más pequeño (5 -100 μ .). (Merino J., 2019)

Transmisión muscular

El primer paso para la actividad contráctil, es la generación de un potencial de acción en una neurona motora y su correspondiente comunicación o sinapsis con la fibra muscular. La sinapsis o unión neuromuscular se da entre la fibra muscular esquelética y la terminación del axón de la motoneurona.

La estructura de la placa motora está formada por una neurona motora presináptica, una hendidura sináptica y un elemento postsináptico que en este caso es una fibra muscular.

Tiene características similares a la sinapsis entre neuronas. Cada fibra muscular contiene una unión neuromuscular y es controlada por una única neurona.

El mecanismo de transmisión neuromuscular se da cuando el potencial de acción de una motoneurona alcanza las ramificaciones axónicas desencadenando:

a) La llegada del potencial de acción, produciendo la apertura de los canales de Ca^{++} , los cuales entran al interior del axón y causan la liberación de acetilcolina por exocitosis.

b) La liberación de acetilcolina, como en el resto de neurotransmisores es cuántica, cada potencial de acción nervioso da lugar a la liberación de 5.000-10.000 moléculas aproximadamente de acetilcolina.

c) La acetilcolina se propaga rápidamente por la hendidura y se une a los receptores nicotínicos de la placa motora terminal. La unión acetilcolina con el receptor produce un cambio conformacional que permite el flujo de iones de Na^+ y K^+ a favor de sus correspondientes gradientes electroquímicos.

d) La unión de la acetilcolina al receptor es reversible y en poco tiempo se disocia del mismo. Es degradada en acetato y colina. La colina es recaptada por el terminal presináptico y el acetato difunde hacia el líquido extracelular. De toda la acetilcolina que se libera por la llegada de un potencial de acción nervioso, se estima que el 60% es degradado antes de que alcance el receptor y que el porcentaje restante es degradado en unos pocos milisegundos. (Camacho, 2005)

Fenómenos eléctricos en la unión neuromuscular

Cuando se activa el número suficiente de receptores colinérgicos, se produce la entrada de Na^+ y la salida de K^+ , ya que ambos iones comparten el mismo canal. Como resultado de los cambios de permeabilidades se produce un flujo neto de corriente hacia dentro, que produce una despolarización local de la placa motora denominado potencial de placa motora, que es equiparable al potencial excitatorio postsináptico. La amplitud del potencial de placa motora es graduada y depende del número de receptores colinérgicos activados, generalmente la amplitud del potencial de placa motora. La corriente se transmite a las regiones adyacentes de membrana, provocando la despolarización de la misma y, en

condiciones normales, se alcanza siempre el umbral y hay un amplio margen de seguridad que garantiza siempre la generación de un potencial de acción muscular.

EQUILIBRIO NEUROMUSCULAR

El equilibrio neuromuscular (EN) es la coordinación muscular dinámica, entre la relación correcta y la contractilidad de la actividad de los músculos masticatorios, considerando simetría y dirección de acción de acuerdo a su función. El equilibrio muscular se define como la dinámica de la postura corporal para prevenir lesiones, relacionados con las fuerzas que actúan sobre la mandíbula y las características craneofaciales. Además de ser requisito esencial para el adecuado desempeño de los músculos de la masticación: deglución, fonación, respiración, masticación, postura mandibular, etcétera. (De Rossi, 2009) Un factor determinante del equilibrio neuromuscular es la simetría muscular, sin embargo, es evidente que la asimetría craneofacial es un hallazgo común en la mayoría de los pacientes ortodónticos. La morfología y la función de las estructuras pareadas, difieren entre el lado derecho e izquierdo del cuerpo. Las evaluaciones morfológicas de la asimetría craneofacial se han convertido en una parte habitual de la caracterización tanto de los sujetos normales como de los pacientes con maloclusiones severas. (S Peck, 1991)

El concepto de simetría procede del supuesto evolutivo de que para la mayoría de las características morfológicas del sistema músculo esquelético, el desarrollo del lado derecho e izquierdo del cuerpo es controlado por factores genéticos y ambientales (Smouse, 1993). La falta de simetría indica alteración en el control ambiental. (Arat F A. , 2008). La desviación de la simetría perfecta en la morfología o simetría fluctuante ha sido considerada una medida inversa de equilibrio, estabilidad y homeostasis. La magnitud de esta desviación refleja el defecto del organismo afectado (Moyers, 1949) (Throckmorton GS B. P., 2001.). Se ha trabajado en relacionar simetría muscular para identificar el grado de desempeño de un músculo individual dentro de un grupo. (Rodriguez D P. G., 2002.) También se ha propuesto que la evaluación de simetría muscular sea utilizada como un estándar en la evaluación del funcionamiento del sistema nervioso, como un indicador cuantificable de disfunción (Mitani Y F. , 2006.)

La ausencia de equilibrio o asimetría se atribuye al tamaño muscular (volumen y área transversal). El tamaño se asocia con la fuerza, se determina mediante una prueba clínica

de fuerza muscular. (Kulas AS, 2017) La simetría y el rendimiento funcional son indicadores de actividad funcional, para determinar equilibrio neuromuscular.

Sin embargo son pocos los criterios o valores de simetría planteados para determinar apropiadamente la presencia o ausencia de equilibrio neuromuscular, trabajos recientes muestran que la asimetría de la fuerza muscular equivale a más del 15% de rendimiento, comparado con el mismo músculo del lado contrario. (Schmitt LC P. M., 2012). Se considera simetría o fuerza "normal", cuando la fuerza es menor o igual al 10%. Sin embargo, en la literatura aún no hay consenso en cuanto a la magnitud esperada de asimetría total del volumen muscular en poblaciones sanas. (Schmitt LC P. M., 2015)

La alteración del equilibrio neuromuscular, resulta del funcionamiento anormal de ciertos grupos musculares contribuyendo en gran medida al desarrollo de maloclusiones. Si la alteración es prolongada provoca: disfunción, contracturas musculares, dolor, aumento de tono muscular y restringe el movimiento mandibular. Consideramos que la ausencia de equilibrio es un problema frecuente en población mexicana que presenta algún tipo de maloclusión, Castro estimó que el 59.25% del total de la población con maloclusión presentan asimetrías faciales mayores a 3 mm. (Castro P., 2009).

ELECTROMIOGRAFÍA

La electromiografía (EMG) es una herramienta confiable para determinar el grado de alteración funcional masticatorio, aporta conocimiento sobre las causas subyacentes de la maloclusión. Proporciona datos cuantitativos de la actividad muscular, que representan el componente funcional del sistema estomatognático (De Felicio, 2009) La EMG, se define como el estudio funcional del sistema neuromuscular, mediante el registro de la actividad eléctrica del músculo esquelético, es una técnica no invasiva utiliza electrodos de superficie para monitorear la actividad eléctrica muscular, analiza las señales eléctricas de las fibras musculares (determinando el potencial de acción neuromuscular), 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, facilitando la valoración grupal o individual de los músculos de la masticación. (De Felicio, 2009)

La EMG anteriormente se utilizaba en aplicaciones médicas como la Neurología, Miología o Neurocirugía, sin embargo, ha trascendido al campo de la Odontología con el fin de poder evaluar de manera objetiva el aparato masticatorio, así como las disfunciones y la evolución de los tratamientos de las patologías en las que se encuentran involucradas las estructuras cráneo faciales.

Tratamiento de la señal electromiográfica

El propósito del tratamiento de la señal electromiográfica es extraer la información útil, dado que la señal es de muy baja intensidad (300 a 5 μ V) está mezclada con otras señales no deseadas.

La amplificación y el filtrado de la señal electromiográfica consiste en determinar lo que es común a los dos electrodos y lo que es diferente; lo común es el ruido y se desecha y lo diferente es la señal que interesa y se mantiene. Este sistema de amplificación diferencial registra muchas menos interferencias de los músculos adyacentes y de los más profundos. Una característica importante del amplificador es el ancho de banda (rango de las frecuencias registradas del amplificador) que debe ser suficientemente alto como para desestimar los artefactos de baja frecuencia producidos por los tejidos, el amplificador, el movimiento, y lo suficientemente bajo como para atenuar la señal lo menos posible.

Análisis de la señal electromiográfica

La señal electromiográfica se analiza mediante estimadores que determinan la variación de la señal electromiográfica de los músculos maseteros resultantes del valor de variación de amplitud la señal cruda, pueden crear un diagrama en cascada estándar con las etapas de procesamiento secuencial para la estimación de la amplitud de EMG superficial a pesar a la naturaleza aleatoria de la señal EMG es posible obtener una cuantificación de la energía que representa a través de un valor estimado por compleja que sea. Los estimadores de la señal electromiográfica son la raíz cuadrática media, la constante y la pendiente. Los estimadores de la señal electromiográfica se obtienen a partir un análisis de regresión lineal que realiza el software del Electromiógrafo *UNAM-CINVESTAV*.

El análisis de la raíz cuadrática media o *Root Mean Square* (RMS) es uno de los más populares que ofrecen los sistemas digitales modernos, en el campo de la investigación se cuenta como estimador continuo de amplitud de EMG. (Garcia L., 2011)

La constante electromiográfica es la ordenada al origen de la recta obtenida por regresión lineal y la pendiente es la variación que sufre la constante durante el tiempo.

El RMS tiene únicamente valores positivos que oscilan entre cero e infinito, donde cero representa una actividad nula y entre mayor sea el valor de RMS mayor será el promedio de la actividad electromiográfica del masetero. (Garcia L., 2011)

ELECTROMIOGRAFÍA EN ORTODONCIA

En ortodoncia la EMG, es una prueba de tamizaje diagnóstico para detectar alteraciones musculares con base al patrón de la actividad eléctrica y los valores promedio de los potenciales de acción adquiridos durante el registro, la contracción muscular se mide en microvoltios (millonésima parte de un voltio (μV)).

La mayoría de las investigaciones en ortodoncia describen la relación entre la forma y la función del sistema estomatognático. Desde los años setenta se ha utilizado EMG, para detectar los cambios en la actividad muscular implicados por la ausencia de equilibrio en su función. (Casado L, 2006)

La actividad eléctrica de los músculos de la masticación es variable y depende del nivel de contracción, la naturaleza del movimiento (dinámico o estático), el grado de fatiga, el modo en que se incrementa la fuerza y el ángulo articular. Se ha demostrado que diversos factores pueden influir en la estabilidad del equilibrio neuromuscular como la edad, el sexo, el peso corporal, el índice de masa muscular, el nivel de actividad física y la fatiga. (Izquierdo, 2008)

El equilibrio neuromuscular del complejo craneofacial se ha evaluado mediante tratamientos de ortopedia y cirugía maxilofacial, estableciendo que los patrones electromiográficos de contracción de los músculos (masetero y temporal), están asociados al equilibrio neuromuscular. (Humsi, 1989). (U.C. Belser, 1986)

Ramfjord describe que los pacientes con maloclusión, desarrollan un patrón de protección neuromuscular como resultado del mecanismo de “feedback” neuromuscular, el cual se

produce por los receptores del periodonto dental que modifican la actividad muscular y articular, con el fin de evitar interferencias oclusales producidas por la mal posición dentaria. (Ramfjord SP, 1995)

El patrón de protección comienza cuando los receptores detectan un cambio propioceptivo (input), que es captado por los propioceptores periodontales y posteriormente es transmitido por la neurona aferente primaria hacia el sistema nervioso central, provocando un cambio en la respuesta neuromuscular a través de la neurona motora. Esta situación puede ser detectada y registrada con EMG a través de un circuito denominado arco reflejo, la interferencia cuspídea causante de este cambio, es lo que se conoce como contacto prematuro o interferencia oclusal, esta interferencia induce un esquema de contracción reprogramando la respuesta neuromuscular por lo tanto las superficies oclusales son el punto inicial de la actividad muscular. (Okeson, 1999)

La maloclusión produce una adaptación funcional de la articulación temporomandibular (ATM), ocasionando descoordinación muscular alterando los movimientos mandibulares. Los pacientes que sufren estas alteraciones y requieren de un tratamiento de ortodoncia, deberían ser sometidos a una desprogramación muscular seguido de un período estabilización oclusal. (Tagliaferro, 2010)

TERAPIA DE DESPROGRAMACIÓN NEUROMUSCULAR

En la literatura se utiliza el concepto de desprogramación neuromuscular como el proceso mediante el cual se modifica la memoria muscular, el mecanismo de acción es la interrupción de la información propioceptiva periodontal mediante el uso de dispositivos intraorales, modificando la actividad eléctrica muscular y facilitando la manipulación mandibular. (J. Prosthodontics, 2015) Los dispositivos de desprogramación neuromuscular (plano interoclusal, férula oclusal, laminilla de Long, jig incisal o desprogramador anterior) tienen como principal objetivo producir una posición mandibular estable y reproducible, la cual no esté determinada por los contactos dentarios ya establecidos para así aproximar al equilibrio fisiológico el sistema. (Bodere C, 2008) (Wilson PH, 2004)

El fundamento teórico para el empleo de dispositivos de desprogramación como herramienta diagnóstica en ortodoncia se basa en el desequilibrio neuromuscular acompañado de una posición mandibular “adaptada” como respuesta principalmente medida a la mal posición dentaria en los pacientes de ortodoncia. Es importante monitorear el efecto muscular que estas terapias inducen ya que disminuyen la actividad eléctrica neuromuscular y a su vez generan aumento de la dimensión vertical implicando la estabilidad de la articulación temporomandibular. (F. A. CecilioO, 2010) (Nassar MS, 2012)

La Desprogramación Neuromuscular (DN), es el tratamiento ortodóntico que consiste en la interrupción o bloqueo de la información propioceptiva periodontal, modificando la actividad muscular, esto se logra evitando las interferencias oclusales, permitiendo una acción muscular positiva o facilitando la manipulación de la posición mandibular. (Okeson, 1999) También alivia los padecimientos consecuentes de alteración del equilibrio neuromuscular, corrige las contracturas favoreciendo la unión entre la miosina y la actina, aumentando la actividad eléctrica del músculo, la disminución del dolor se da por la elongación de los músculos hiperactivos actuando directamente sobre las fibras musculares contribuyendo a la normalización del metabolismo neuromuscular. La DN consiste en colocar un dispositivo (placa de estabilización, férula oclusal fisiológica, guarda oclusal) entre las arcadas dentarias para eliminar estos signos y síntomas constituyendo una terapia conservadora y efectiva ya que las placas están relacionadas directamente con la disminución de los factores oclusales. (Roth, 1981) (Okeson, 1999)

Durante el diagnóstico ortodóntico es importante determinar la verdadera posición mandibular (cuando los cóndilos se encuentran en la posición más posterior de la cavidad glenoidea, sin causar dolor), para valorar la discrepancia entre maxilar y mandíbula y para obtener la correcta posición condilar necesaria para acercarnos a una oclusión funcional ideal (son los contactos en armonía del maxilar y la mandíbula durante la masticación y deglución) y para lograr la estabilidad del complejo cóndilo-disco en la cavidad glenoidea.

Roth, sugiere el uso de una placa de reposicionamiento mandibular orgánica como método de DN previo al tratamiento de ortodoncia para obtener la posición mandibular verdadera y realizar el diagnóstico correcto para el tratamiento de ortodoncia. Un diagnóstico claro, reduce el riesgo de recidiva (posición mandibular y mal posición dentaria). (Williams, 2010) La filosofía Roth, extrapola conceptos ortodónticos aplicados a la rehabilitación y recomienda aplicar previa terapia de desprogramación a aquellos pacientes que presenten síntomas y/o signos oclusales, musculares o articulares o que sean difíciles de manipular (limitación a la apertura, hipersensibilidad muscular y ruidos articulares). (Roth, 1981)

El desplazamiento del cóndilo produce problemas musculares y articulares, cualquier cambio en las articulaciones temporomandibulares y en los músculos de la masticación tiene un efecto directo sobre la relación oclusal. La desprogramación pretende proporcionar estabilidad esquelética y oclusal. (Arnett, 2003) (Roth, 1981) (Arnett GW, 1993)

ANTECEDENTES

Angle, Tweed, Roth, Frankel y Graber evidenciaron que la maloclusión altera la actividad muscular y modifica la posición mandibular, en ortodoncia es imprescindible tener en cuenta durante el diagnóstico que la mandíbula se encuentra en una posición “adaptativa”. La dinámica muscular y el patrón de actividad de los músculos masticadores dependen de ciertos factores oclusales como posición dentaria, morfología facial, y fuerza muscular. Investigaciones relacionadas transmiten la importancia de la evaluación e interpretación objetiva de la actividad muscular para comprender la biomecánica mandibular, con el objetivo de planificar la terapéutica ortodóntica adecuada y lograr resultados estables. (Ferrario VF T. G., 2006)

Moyers, fue el primero en evaluar la actividad muscular en pacientes con maloclusión, comparo pacientes clase II y pacientes con oclusión normal. Sugirió que diferentes patrones de actividad muscular están asociados con los diferentes tipos de oclusión, las alteraciones musculares son el factor etiológico de la maloclusión de clase II. (Moyers, 1949)

Ramfjord describe, que el portador de una maloclusión desarrolla un patrón protector neuromuscular, resultado del mecanismo de retroalimentación (feedback) que inicia en la superficie oclusal activándolos propioceptores periodontales los cuales envían los mecano receptores al núcleo mesencefálico del trigémino, alterando la función muscular y modificando la posición mandibular. (Ramfjord SP, 1995)

Roth y Okeson enfatizan la importancia de realizar terapias de desprogramación neuromuscular previo al tratamiento ortodóntico, reportan que la férula oclusal o plano de desprogramación neuromuscular es un dispositivo que promueve una posición condilar estable proporcionando una relación oclusal óptima, reorganizando la actividad neuromuscular y promoviendo una función muscular más cercana a RC para proteger a los dientes y sus estructuras de fuerza anormales que podrían crear desgastes en los dientes y/o colapso en el sistema masticatorio. (Roth, 1981)

La electromiografía proporciona información diagnóstica neuromuscular, permite evaluar simetría en la función dinámica de músculos homólogos, los cambios producidos por diversos tratamientos y para la evaluación funcional muscular con presencia de dolor (De Carlos F, 2007)

Mitani reporta que la asimetría muscular puede ser un indicador útil de diagnóstico. Los pacientes con fibromialgia presentan asimetría en actividad muscular (trapecios), la asimetría puede ocurrir como expresión de la disfunción nerviosa y conceptualizarse como una manifestación conductual del dolor en función de una compleja interacción de varios factores psicológicos y físicos. Rodríguez y Gálvez evaluaron asimetría facial en sujetos sanos para establecer estándares de simetría para pacientes con parálisis facial, concluyo que la actividad muscular facial normal es asimétrica, encontrando en promedio mayor actividad facial en la hemicara derecha. (Mitani Y F. M., 2006) (Galvez, 2012) (Rodriguez D P. G., 2002)

Di Palma analizó la actividad muscular en pacientes con maloclusión severa y en sujetos con una oclusión normal, reportó que los registros EMG de pacientes con maloclusiones son asimétricos, es decir presentan diferencia significativa en la actividad EMG de músculos homólogos. La diferencia entre las mediciones, interpretaciones y el análisis de datos son contrastantes en distintas investigaciones sin embargo los autores concluyen que la ausencia de equilibrio neuromuscular (EMG asimétrica) están asociados a alteraciones dentales, óseas y disfunciones producidas por la maloclusión. (Alarcon JA, 2000) (Di Palma E, 2017)

De Rossi reportó que la actividad electromiográfica en los músculos de la masticación aumentó posterior al tratamiento de ortodoncia. Expresa que la mayoría de los autores no destacan la importancia de evaluar la coordinación muscular entre la contractilidad de la actividad considerando simetría y dirección de acción. (De Rossi, 2009). Por el contrario, Du X, refiere que la respuesta inmediata al tratamiento funcional (con diferentes aparatos) resulta en una notable reducción de la actividad muscular, adquiriendo un patrón normal posterior al tratamiento. (Du X, 2003)

Ferreiro evaluó músculos maseteros, temporales y esternocleidomastoideos de sujetos sanos. Estimo el promedio de simetría muscular (87.4-106.8 μ V) (80.7-87.9%). La actividad muscular contráctil normalizada no difirió entre el tipo de maloclusión o sexo sin embargo se observó que en sujetos sanos la actividad es más homogénea. El equilibrio neuromuscular determinado mediante Root Mean Square (RMS) del registro EMG presentó una simetría superior al 80% por lo tanto establece que la actividad contralateral (masetero y temporales) actúan en función normal dentro de \pm 15%. (Ferreiro VF, 2006)

La mayoría de los autores antes mencionados consideran indispensable la evaluación de los efectos de la terapia ortopédico-funcional, se deben incluir medidas funcionales objetivas para cuantificar el resultado final de la nueva condición oclusal. Se ha demostrado que la estabilidad oclusal está relacionada con el rendimiento muscular: los sujetos con una alta estabilidad oclusal presentan un equilibrio neuromuscular en comparación con pacientes con una estabilidad oclusal menor. (Ferrario VF M. P., 2002) (Di Palma E. T., 2017)

Las principales limitaciones de los presentes estudios, es la falta de un medio de seguimiento a largo plazo, y la falta de registros EMG realizados durante los controles. Se requieren estudios a largo plazo para determinar si se producen alteraciones de la actividad de EMG por la maloclusión.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En ortodoncia es difícil tener un adecuado manejo muscular, sin embargo se emplean diversos tratamientos para modificar la función muscular de los pacientes.

La literatura refiere que se adquiere Equilibrio Neuromuscular (EN) posterior a que el paciente adquiera una óptima inter digitación oclusal esto se ha demostrado con registros electromiográficos. Sin embargo, en ortodoncia la desprogramación neuromuscular mediante el uso de férula oclusal es un procedimiento clínico para establecer el EN sin considerar la relación ósea ni la relación oclusal; la desprogramación neuromuscular mediante el uso de férula oclusal se realiza de manera rutinaria previo al tratamiento de ortodoncia.

Actualmente no existen estudios sobre los cambios en la actividad EMG producidos durante la fase de desprogramación neuromuscular para determinar EN previo al tratamiento de ortodoncia.

¿Los cambios en la diferencia de la actividad electromiográfica del músculo masetero derecho con el izquierdo producidos por la terapia de desprogramación neuromuscular mediante el uso de férula oclusal en pacientes de la Clínica de Ortodoncia de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI) de la Facultad de Odontología y de la Clínica Odontológica Naucalpan UNAM de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, estarán asociados al equilibrio neuromuscular?

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la desprogramación neuromuscular se implementa de manera rutinaria entre los ortodoncistas, sin embargo no hay evidencia objetiva de los cambios producidos muscularmente por lo tanto se desconoce si realmente se alcanza un verdadero equilibrio

neuromuscular mediante la desprogramación, corrigiendo así el problema funcional que se desarrolló por la maloclusión.

Es importante evaluar los efectos musculares producidos (dolor y contracturas musculares) durante la terapia de desprogramación mediante el uso de férula oclusal, para determinar el diagnóstico correcto de la posición mandibular y no comprometer la adecuada planeación del tratamiento de Ortodoncia y la oclusión estable posterior al mismo.

OBJETIVOS

Objetivo General

Identificar y comparar los cambios en la diferencia de la actividad electromiográfica (Root Mean Square, constante y pendiente) de los músculos maseteros derecho e izquierdo, durante dos meses de terapia de desprogramación neuromuscular mediante cinco registros electromiográficos programados cada 15 días (T_0 =Basal, T_1 =15 días, T_2 =30 días, T_3 =45 días, T_4 =60 días, T_5 =75 días) en pacientes de la Clínica de Ortodoncia DEPeI UNAM y de la Clínica Odontológica Naucalpan UNAM, admitidos durante el periodo de agosto a diciembre del 2018.

Objetivos específicos

- Registrar los valores electromiográficos (Root Mean Square, constante y pendiente) de los músculos maseteros derechos e izquierdos durante la terapia de desprogramación mediante cinco registros electromiográficos en 5 tiempos programados cada 15 días durante los dos meses de uso de férula oclusal (T_0 =Basal, T_1 =15 días, T_2 =30 días, T_3 =45 días, T_4 =60 días, T_5 =75 días) en los pacientes de la Clínica de Ortodoncia DEPeI UNAM y de la Clínica Odontológica Naucalpan UNAM, admitidos durante el periodo de agosto a diciembre del 2018.
- Estimar la diferencia de los valores electromiográficos (Root Mean Square, constante y pendiente) de los músculos maseteros, de los registros electromiográficos realizados previo y durante a la terapia de desprogramación mediante uso de férula oclusal en los pacientes de la Clínica de Ortodoncia DEPeI UNAM y de la Clínica Odontológica Naucalpan UNAM, admitidos durante el periodo de agosto a diciembre

del 2018, de acuerdo a la edad, sexo, crecimiento mandibular, deflexión craneal, posición mandibular, morfología mandibular, dirección de crecimiento cráneo facial, maloclusión esquelética, biotipo facial, dolor miofascial e índice de masa corporal.

- Identificar y comparar los cambios en las diferencias de los valores electromiográficos del Root Mean Square de acuerdo al tiempo de uso de férula oclusal en los pacientes de la Clínica de Ortodoncia DEPEI UNAM y de la Clínica Odontológica Naucalpan UNAM, admitidos durante el periodo de agosto a diciembre del 2018, de acuerdo a la edad, sexo, crecimiento mandibular, deflexión craneal, posición mandibular, morfología mandibular, dirección de crecimiento cráneo facial, maloclusión esquelética, biotipo facial, dolor miofascial e índice de masa corporal.
- Identificar y comparar los cambios en las diferencias de los valores electromiográficos de la constante de acuerdo al tiempo de uso de férula oclusal en los pacientes de la Clínica de Ortodoncia DEPEI UNAM y de la Clínica Odontológica Naucalpan UNAM, admitidos durante el periodo de agosto a diciembre del 2018, de acuerdo a la edad, sexo, crecimiento mandibular, deflexión craneal, posición mandibular, morfología mandibular, dirección de crecimiento cráneo facial, maloclusión esquelética, biotipo facial, dolor miofascial e índice de masa corporal.
- Identificar y comparar los cambios en las diferencias de los valores electromiográficos de la pendiente de acuerdo al tiempo de uso de férula oclusal en los pacientes de la Clínica de Ortodoncia DEPEI UNAM y de la Clínica Odontológica Naucalpan UNAM, admitidos durante el periodo de agosto a diciembre del 2018, de acuerdo a la edad, sexo, crecimiento mandibular, deflexión craneal, posición mandibular, morfología mandibular, dirección de crecimiento cráneo facial, maloclusión esquelética, biotipo facial, dolor miofascial e índice de masa corporal.

HIPÓTESIS

- H_{a1} : Existirá una disminución en las diferencias de Root Mean Square, constante y pendiente de los músculos maseteros, durante la terapia de desprogramación mediante el uso de férula oclusal en los pacientes de ortodoncia, controlando por edad, sexo, crecimiento mandibular, deflexión craneal, posición mandibular,

morfología mandibular, dirección de crecimiento cráneo facial, maloclusión esquelética, biotipo facial, dolor miofascial e índice de masa corporal.

- H_{01} : No existirá una disminución en las diferencias de Root Mean Square, constante y pendiente de en los músculos maseteros, posterior a la terapia de desprogramación mediante el uso de férula oclusal en los pacientes de ortodoncia, controlando por edad, sexo, crecimiento mandibular, deflexión craneal, posición mandibular, morfología mandibular, dirección de crecimiento cráneo facial, maloclusión esquelética, biotipo facial, dolor miofascial e índice de masa corporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO DE ESTUDIO

Estudio de cohorte.

POBLACIÓN DE ESTUDIO

Pacientes de la clínica de Ortodoncia de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI) de la Facultad de Odontología UNAM, y de la clínica Odontológica Naucalpan UNAM de la Especialización en Ortodoncia de la Facultad de Estudios Superiores con indicación de terapia de desprogramación neuromuscular que ingresaron durante el periodo de agosto a diciembre del 2018.

SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

La selección de la muestra, se llevó a cabo por un muestreo no probabilístico, por conveniencia, el cual se realizó con base en la evaluación de estudios ortodonticos (HC, radiografías, fotografías y modelos) de los pacientes que ingresaron a la clínica de ortodoncia DEPeI UNAM y a la clínica odontológica Naucalpan UNAM, durante el periodo de agosto a diciembre del 2018 considerando los criterios de inclusión, exclusión y eliminación.

Se estimó un tamaño de muestra a-priori para fórmulas de regresión lineal. Considerando, tamaño anticipado del efecto (f^2):0.40, nivel de potencia estadístico: 0.8, cantidad de predictores del modelo: 8, nivel de probabilidad deseado: 0.05. El nivel de significancia considerado es del 95% (1.96) y el grado de precisión deseado considerando el 0.05. (Hox, 2002)

El tamaño de la muestra calculado para este estudio fue de 46.3 pacientes. Por ser un estudio longitudinal se consideraron pérdidas por el tiempo de duración de la terapia (dos meses). Se estimó un sobre muestreo de la n general, incrementando un 10% la n, teniendo un tamaño de muestra final de 50 pacientes.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Pacientes asignados para desprogramación neuromuscular admitidos durante el periodo de agosto a enero 2018.
- Pacientes sin previo tratamiento ortodóntico
- Pacientes sin previo uso de férula
- Pacientes en un rango de edad entre 18 a 30 años
- Pacientes con dentición permanente
- Pacientes con maloclusión dental clase I, II o III dental
- Pacientes con maloclusión dental clase I, II o III esquelética
- Pacientes que acepten participar en el estudio

Criterios de exclusión

- Pacientes que presentan arcos parcialmente desdentados,
- Pacientes con problemas periodontales
- Pacientes con tratamientos protésicos, implantológico o quirúrgicos
- Pacientes con discapacidades neurológicas o sensoriales aparentes
- Pacientes bruxistas

Criterios de eliminación

- Pacientes que no deseen continuar con el tratamiento ortodóntico.
- Pacientes que durante la terapia de desprogramación requieran restauraciones dentales o endodoncias.
- Pacientes que durante el tiempo de la terapia de desprogramación sufran de algún tipo de traumatismo dental o fractura dental.

DEFINICIÓN OPERACIONAL Y ESCALA DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES

Variables independientes

Variables clínicas		
Variable	Definición operacional	Escala de medición
Crecimiento mandibular	Medida porcentual estimada por la relación entre la altura facial posterior y altura facial anterior; categóricamente determinado con el análisis cefalométrico de Jarabak (Anexo 1) realizado en las radiografías laterales de cráneo con el programa JOE. (Barahona, 2006)	Vertical Neutro Horizontal
Deflexión craneal	Medida de la distancia en el punto nasion, silla y articular medida en grados, categóricamente determinado con el análisis cefalométrico de Jarabak (Anexo 1) realizado en las radiografías laterales de cráneo con el programa JOE. (Barahona, 2006)	Clase I Clase II Clase III
Posición mandibular	Medida del patrón de crecientito anterior del paciente medido en milímetros del plano NA-Me categóricamente determinado con el análisis cefalométrico de Jarabak (Anexo 1) realizado en las radiografías laterales de cráneo con el programa JOE.	Normal Retrognatismo mandibular Prognatismo mandibular
Morfología mandibular	Medida en grados del patrón esquelético determinado por la posición mandibular y la relación con la altura de la cara, estimada con base a la distancia entre el punto articular, gonion y mentón categóricamente determinado con el análisis cefalométrico de Jarabak (Anexo 1)	Normal Cara corta Cara larga

	realizado en las radiografías laterales de cráneo con el programa JOE. (Barahona, 2006)	
Dirección de crecimiento cráneo facial	Medida en grados resultante de la dirección de crecimiento en sentido anteroposterior, estimada por la suma de los ángulos: silla, articular y goniáco categóricamente determinado con el análisis cefalométrico de Jarabak (Anexo 1) realizado en las radiografías laterales de cráneo con el programa JOE.	Dolicofacial Mesofacial Braquifacial
Maloclusión esquelética	Medida en milímetros de la distancia entre el punto A y punto B categóricamente determinado con el análisis cefalométrico de Jarabak (Anexo 1) realizado en las radiografías laterales de cráneo con el programa JOE. (Barahona, 2006)	Dolicofacial Mesofacial Braquifacial
Biotipo facial	Medida porcentual determinada por el cociente de las medidas lineales de altura facial anterior (distancia entre los puntos nasion y mentón medido en milímetros) dividido entre altura facial posterior (distancia entre los puntos silla y gonion medido en milímetros) categóricamente determinado con el análisis cefalométrico de Jarabak (Anexo 1) realizado en las radiografías laterales de cráneo con el programa JOE. (Barahona, 2006)	Dolicofacial Mesofacial Braquifacial
Dolor miofascial	Presencia de dolor en la cara en los últimos 5 días dicotómicamente determinado con presencia (si), ausencia (no) durante la evaluación clínica con la pregunta: <i>¿Usted ha presentado dolor en la cara en los últimos 5 días?</i>	Si No

Índice de masa corporal (IMC)	Medida de obesidad, donde la masa se expresa en kilogramos y es dividida entre el cuadrado de la estatura en metros categóricamente determinada con base a la clasificación del estado nutricional de la Organización Mundial de la Salud. (OMS, 1990)	Bajo peso Sobrepeso Obesidad
-------------------------------	--	------------------------------------

Variables dependientes

Variables electromiográficas		
Variable	Definición operacional	Escala
Valor electromiográfico Root mean square (RMS) de los músculos maseteros	Valor matemático determinado por el programa de EMG <i>UNAM-CINVESTAV</i> que representa el promedio de los valores cuadrados de la actividad electromiográfica de los músculos maseteros derechos e izquierdos.	Microvolts (μV/s)
Valor electromiográfico constante de los músculos maseteros	Valor matemático fijo registrado por el programa de EMG <i>UNAM-CINVESTAV</i> de la actividad eléctrica de los músculos maseteros derechos e izquierdos, que predomina durante los 30 segundos del registro.	Microvolts (μV/s)
Valor electromiográfico pendiente de los músculos maseteros	Valor matemático determinado por el programa de EMG <i>UNAM-CINVESTAV</i> que determina la inclinación de un elemento lineal (la constante de los músculos maseteros derechos e izquierdos) respecto al tiempo (30 segundos del registro electromiográfico).	Microvolts (μV/s)
Diferencias RMS	Valor estimado resultante de la resta de los valores de RMS del músculo masetero derecho al RMS del	Microvolts (μV/s)

	músculo masetero izquierdo obtenidos en cada registro EMG.	
Diferencias de las constantes	Valor estimado resultante de la resta de los valores de las constantes del músculo masetero derecho al RMS del músculo masetero izquierdo obtenidos en cada registro EMG.	Microvolts (μV/s)
Diferencias de las pendientes	Valor estimado resultante de la resta de los valores de las pendientes del músculo masetero derecho al RMS del músculo masetero izquierdo obtenidos en cada registro EMG.	Microvolts (μV/s)
Tiempo de la terapia de desprogramación neuromuscular	Tiempo determinado categóricamente, transcurrido en días de duración de la terapia de desprogramación neuromuscular mediante el uso de férula oclusal (T ₀ =Medición basal, T ₁ =15 días, T ₂ =30 días, T ₃ =45 días, T ₄ =60 días, T ₅ =75 días)	T ₀ =Basal T ₁ =15 días T ₂ =30 días T ₃ =45 días T ₄ =60 días T ₅ =75 días

MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

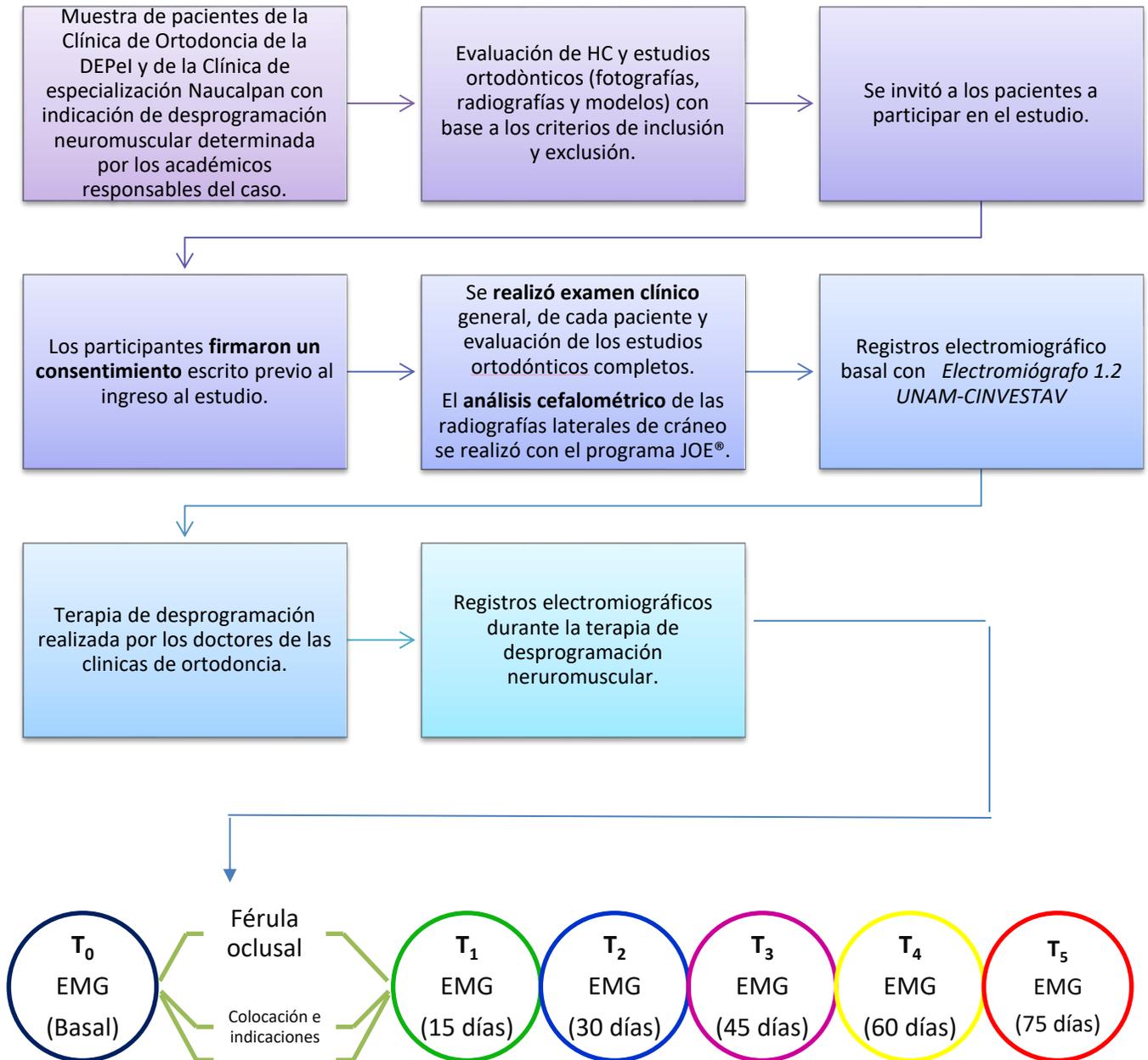
Se realizó un muestreo no probabilístico a conveniencia con base a la evaluación de HC y los estudios ortodonticos completos de cada paciente con la finalidad de verificar los criterios de inclusión-exclusión de pacientes con indicación de terapia de desprogramación en la Clínica de Ortodoncia de la DEPeI UNAM y la Clínica Odontológica Naucalpan UNAM durante el periodo de agosto a diciembre 2018. Todos los participantes firmaron un consentimiento escrito previo al ingreso al estudio. (Anexo 2).

Luego de incluidos se realizó el examen clínico general, regional y local, los datos socio-demográficos se obtuvieron de la historia clínica y revisión clínica realizados en la clínica de ortodoncia de la DEPeI UNAM y la clínica odontológica Naucalpan UNAM. , La recolección de los datos fue por técnica primaria y método directo, por medio de entrevistas (serie de preguntas realizadas durante la anamnesis para el registro completo de la historia clínica) y observación (evaluación clínica dental y la electromiografía digital de superficie.

Dicho procedimiento se realizó por un examinador y un anotador previamente capacitados y estandarizados, para una realización más clara de la examinación clínica y la reducción de sesgos por parte del examinador para los métodos clínicos.

Para el examen clínico se realizó siguiendo el orden de las manecillas del reloj, comenzando con el cuadrante superior derecho. La primera revisión correspondió a la presencia de dentición permanente, tipo de maloclusión dental (determinada con base en la relación molar y canina observada clínicamente) y presencia de antecedentes de traumatismos dentales, endodoncias, infecciones periapicales o enfermedad periodontal.

Para determinar las características morfológicas de cada paciente (crecimiento mandibular, deflexión craneal, posición mandibular, morfología mandibular, dirección de crecimiento craneofacial, maloclusión esquelética, biotipo facial,) se realizó el análisis cefalométrico de las radiografías laterales de cráneo se realizó con el programa JOE®.



Medición de la actividad electromiográfica del masetero superficial

El sistema de registro (hardware y software) que se utilizó para la evaluación de la electromiografía fue diseñado, evaluado y patentado por investigadores del Laboratorio de Fisiología de la DEPeI De la Facultad de Odontología UNAM en colaboración con el Centro de Investigación de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), con el nombre de *Electromiógrafo 1.2 UNAM-CINVESTAV* (figura 1) el cual consiste en un sistema de dos canales para el análisis de señal electromiográfica, que ofrece un mayor índice de precisión y facilita la valoración de la actividad eléctrica muscular mediante la estimación realizada por el software del RMS por sus siglas en inglés (Root Mean Square) (figura 2).



Figura 1 Electromiógrafo digital UNAM-CINVESTAV del Laboratorio de Fisiología de la DEPeI De la Facultad de Odontología UNAM.

El RMS se registra mediante el uso de tres electrodos, uno colocado en el origen muscular, otro en la inserción y finalmente uno en la zona retro auricular como electrodo de tierra o neutro. El registro de la RMS se realiza en máxima intercuspidad y la contracción muscular esquelética se lleva a cabo por un estímulo nervioso que genera un potencial de acción que se expresa en energía que se registra en microvoltios y se reporta como una relación de microvoltios por segundo ($\mu\text{V/s}$).

El RMS representa un valor promedio de la variación entre el punto más alto y más bajo de la onda de la actividad electromiográfica. La medición del RMS se realiza durante un periodo de 30 segundos.

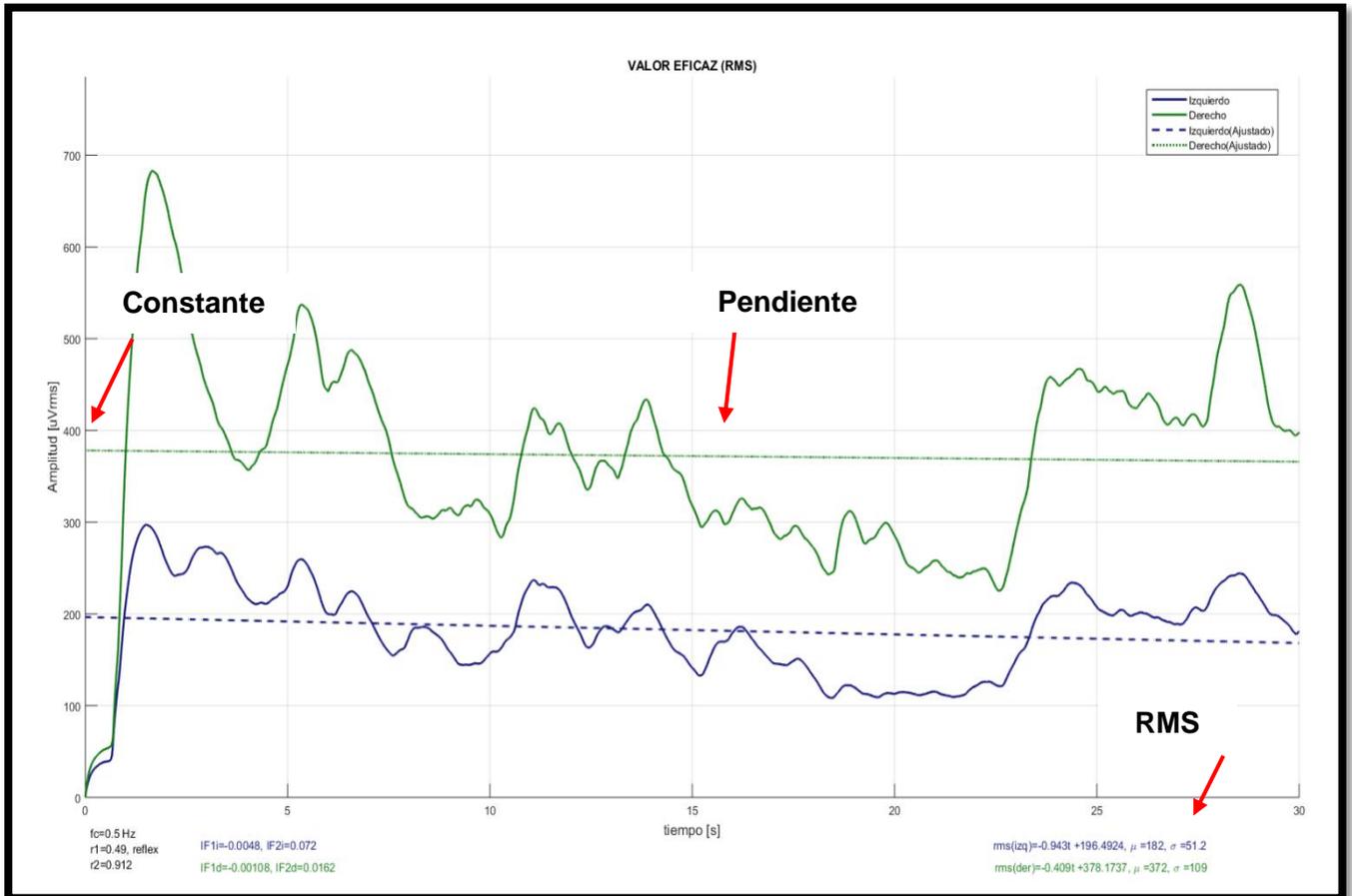


Figura 2 Registro en máxima intercuspidadación de la actividad eléctrica de los músculos maseteros derecho (verde) e izquierdo (azul) y valores RMS de paciente femenino de 21 de edad clase I esquelética del Laboratorio de Fisiología DEPeI, UNAM.

Se realizaron 6 registros electromiograficos en cada paciente (un registro EMG cada 15 días) durante los dos meses de uso de férula.

Los registros electromiográficos se programaron en las clínicas de ortodoncia de la UNAM al igual que las citas de control de seguimiento las cuales fueron programadas cada dos semanas durante dos meses para realizar los ajustes de la férula oclusal fisiológica y los registros electromiográficos correspondientes a cada paciente.

Estandarización del método clínico de registro de la actividad electromiográfica

Los registros de la actividad electromiográfica se obtuvieron en posición de máxima intercuspidad (MI) para cada uno de los músculos maseteros superficiales, utilizando el *Electromiógrafo 1.2 UNAM-CINVESTAV* (IMPI MX/E/2015/022244). El registro se realizó dentro de una habitación con temperatura promedio (22 ° C), se colocó al paciente sentado cómodamente en la unidad dental, se limpió el área del músculo masetero con una torunda de algodón y alcohol con el fin de eliminar la grasa superficial que existe en la piel



Figura 3 Proceso previo para registro electromiográfico: .1) Localización del origen e inserción de los músculos maseteros,2) Limpieza superficial, 3) Colocación de los electrodos 4) Conexión del Electromiógrafo UNAM-CINVESTAV a los electros.

Con esto se logra que el electrodo tenga mayor adhesión y la señal mayor impedancia y menos ruido. Se colocaron tres electrodos de ECG adhesivos conductivos Kendall ® MediTrace 100 de cada lado. La colocación y localización de cada electrodo es importante ya que de esto depende el correcto registro de la actividad muscular, el primero se colocó en el origen del músculo que es el arco cigomático y el segundo en la inserción del músculo justamente en el ángulo de la mandíbula, el tercer electrodo se colocó en la parte posterior en la apófisis mastoidea. (Figura 3) Posteriormente estos electrodos fueron conectados por cables a un amplificador conectado a una computadora para registrar y analizar la actividad muscular. La actividad eléctrica se registró en dos momentos diferentes.

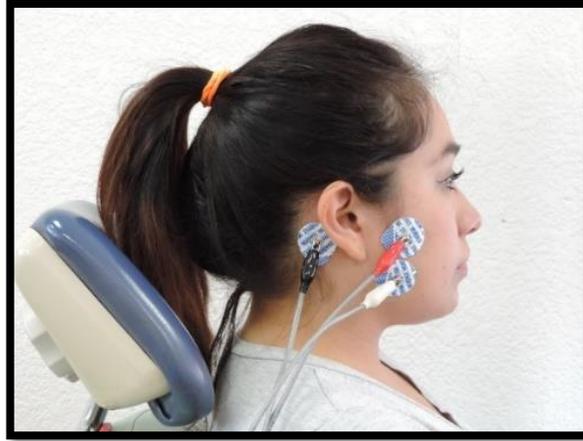


Figura 3.1 Colocación de electrodos para registro electromiográfico en los músculos maseteros. Obsérvese el tercer electrodo de referencia (neutro) en zona retro auricular.

Se estandarizó el método clínico de registro electromiográfico, obteniéndose un coeficiente de correlación intracase interoperador 0.73 y coeficiente de correlación intracase intraoperador de 0.84.

Coeficientes de concordancia	
Coeficiente de correlación intracase interoperador	
RMS	0.76
Constante	0.70
Pendiente	0.67
Coeficiente de correlación intracase intraoperador	
RMS	0.89
Constante	0.91
Pendiente	0.87



Figura .4 Método experimental para la obtención del electromiograma (Pruebas intra e interoperador)

Terapia de desprogramación neuromuscular

Las terapias de desprogramación neuromuscular y la elaboración de férula oclusal fueron realizadas por los alumnos y académicos de la Clínica de Ortodoncia de la DEPEI UNAM y la Clínica Odontológica Naucalpan UNAM.

Las terapias se realizaron mediante el uso de férula oclusal, las indicaciones de uso de férula y de higiene fueron las mismas en todos los pacientes (la férula se usa las 24 horas del día, se retira para comer y para lavarse los dientes. La férula se lava con jabón neutro de manos líquido no se cepilla ni talla).

Para la elaboración de férula oclusal se tomó impresión de los arcos dentales maxilares con alginato, se obtuvo el positivo con yeso piedra tipo IV. Una vez fraguado el yeso, se obtuvieron los modelos intactos para tener una buena retención. La férula oclusal se realizó con una máquina termoplástica de vacío. Primero se colocó una lámina de acetato calibre .060" y el segundo acetato fue de un calibre .080". Una vez adaptada la lámina de acetato en el modelo de trabajo se recortó con un disco de carburo sobre el diseño que se hace previamente sobre el modelo de yeso, marcando la parte media de todos los dientes superiores por la parte vestibular para tener la guía de corte. Se quitaron los excedentes con la ayuda de un fresón y se pulió para evitar dañar los tejidos blandos con una rueda de manta. Una vez hecho esto se le pidió al paciente que se colocara la férula y se revisó que no tuviera ninguna molestia. Una vez logrado esto se ajustó nuevamente al modelo de trabajo para realizar el rebase (figura 5).

El rebase se realizó con acrílico autopolimerizable sobre la superficie oclusal de la férula con espátula, nivelando la cantidad de material sobre una loseta de vidrio. Una vez hecho esto se hizo un ajuste oclusal con ayuda de papel de articular y así conseguir una mordida oclusal homogénea. Se eliminaron los excedentes del acrílico y se colocaron nuevamente en boca para verificar la dimensión de la férula (desoclusión interdental) cuidando que no interfiera en ningún movimiento mandibular. Se finalizó puliendo la férula con ayuda de una rueda de manta y polyacril.



Figura .5 Pasos para la elaboración de Férula oclusal Fisiológica: 1) Impresión con alginato 2) Modelos en yeso tipo IV 3) Máquina termoplástica con acetato calibre .060" y .080" 4) Recorte con un disco de carburo 5) Confecciona la férula con fresón 6) Rebase con acrílico autopolimerizable sobre la superficie oclusal 7) Ajuste

PRUEBA PILOTO

Se realizó una prueba piloto mediante la evaluación de los registros electromiográficos de 10 pacientes (5 pacientes clase II y 5 pacientes clase III) remitidos de la Clínica de Ortodoncia de la DEPeI, UNAM al laboratorio de Fisiología, la selección fue por conveniencia, se seleccionaron con base a que cumplieran con un periodo de terapia de desprogramación mayor a dos meses o que tuvieran más de ocho registros EMG. Se identificaron los valores RMS, constante y pendiente electromiográficos de cada registro y se evaluaron los cambios en las diferencias de la actividad eléctrica de los músculos maseteros durante la terapia de desprogramación

La primera grabación (Registro basal) ocurrió durante el examen inicial, antes del uso de la férula oclusal fisiológica en MI durante 30 segundos.

Después de esto, la férula oclusal se colocó y luego de dos meses de uso de férula, los pacientes regresaron para una reevaluación de la actividad eléctrica; con la férula oclusal correctamente colocada, donde se realizó el segundo registro EMG (Registro final), manteniendo los mismos criterios utilizados para el primero. El análisis de las grabaciones de EMG en la MI se obtuvo durante 30 segundos, medido en microvoltios (μV).

MÉTODOS DE REGISTRO Y PROCESAMIENTO

El registro se procesamiento de datos se realizó en dos etapas:

Durante la primera etapa se registró la información obtenida con respecto a las variables de interés en el formato de Instrumentos de recolección de información de cada paciente, durante la evaluación clínica y la valoración de los estudios ortodónticos completos incluyendo la evaluación y medición de los registros electromiográficos. (Anexo 3).

En la segunda etapa se realizó la base de datos trasladando los datos registrados en el formato de Instrumentos de recolección de información de cada paciente a una hoja de cálculo en Excel, para posteriormente realizar el análisis estadístico en el software estadístico Stata versión 12.

ANÁLISIS DE DATOS

Se realizó un análisis descriptivo de las principales características clínicas de la población estudiada (edad, sexo, crecimiento mandibular, deflexión craneal, posición mandibular, morfología mandibular, dirección de crecimiento craneofacial, maloclusión esquelética, biotipo facial, dolor miofascial e IMC), en el caso de las variables continuas se reportó la media y la desviación estándar o la mediana y su rango intercuartil de acuerdo a si tiene o no una distribución normal y las antagónicas como n y porcentaje (%).

El análisis estadístico se realizó sobre dos conjuntos de datos resultantes de la diferencia de la actividad electromiográfica registrada de los músculos maseteros derecho e izquierdo de todos los sujetos.

El primero de ellos contó con tres variables dependientes (RMS, constante y pendiente), todas ellas derivadas de las curvas electromiográficas; el valor medio de RMS, la constante y la pendiente (estas últimas se obtuvieron ajustando una recta de regresión a cada curva). Debido a que cada sujeto fue evaluado en 5 instancias separadas cada 15 días, se ajustaron modelos multinivel (Hox, 2002) para describir el efecto del paso del tiempo (T0=Medición basal, T1=15 días, T2=30 días, T3=45 días, T4=60 días, T5=75 días) de uso de férula y el

efecto de distintas variables explicativas en ese cambio de las diferencias electromiográficas (RMS, constante y pendiente) así como en el valor inicial.

Mediante un análisis de regresión de efectos aleatorios para medidas repetidas (modelo multinivel), se evaluaron los cambios en la actividad electromiográfica a lo largo del tiempo de la terapia de desprogramación neuromuscular comparado con la medición basal de las diferencias electromiográficas (RMS, constante y pendiente) en cada paciente.

Las variables explicativas utilizadas fueron la edad, sexo, crecimiento mandibular, deflexión craneal, posición mandibular, morfología mandibular, dirección de crecimiento craneofacial, maloclusión esquelética, biotipo facial, dolor miofascial e índice de masa corporal (IMC)

Este análisis fue llevado a cabo en dos etapas, en primer lugar se llevaron a cabo análisis bivariados para determinar aquellas variables explicativas candidatas a ser incluidas en el análisis multivariado, para esto se utilizó el criterio de que el coeficiente asociado a alguna de las categorías de la variable explicativa fuese significativo al 5%. En ambos casos se utilizaron estimadores robustos (White, 1980) de la variabilidad de los coeficientes para evitar posibles problemas de heteroscedasticidad. El segundo análisis fue llevado a cabo sobre las curvas electromiográficas. Cada curva estuvo conformada por 150 parejas de observaciones de los músculos maseteros (tiempo, voltaje). Se llevó a cabo un análisis de datos funcionales (Ramsay, 2002) de manera de obtener una curva promedio para cada instancia del experimento. Se realizaron 5 mediciones por paciente.

Todos los cálculos estadísticos fueron llevados a cabo en el software Stata 14 (StataCorp., 2015).

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de México (UNAM).

Este estudio se considera como riesgo mínimo a la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio.

ORGANIZACIÓN

Recursos humanos

- **Tutor** Dr. Fernando Ángeles Medina
- **Comité tutorial:** Dr. Luis Pablo Cruz Hervert y Mtro. José Arturo Fernández Pedrero
- **Operadora estudiante de maestría.** C.D.E.O. Claudia Ivonne Rodríguez Castañeda

Recursos materiales

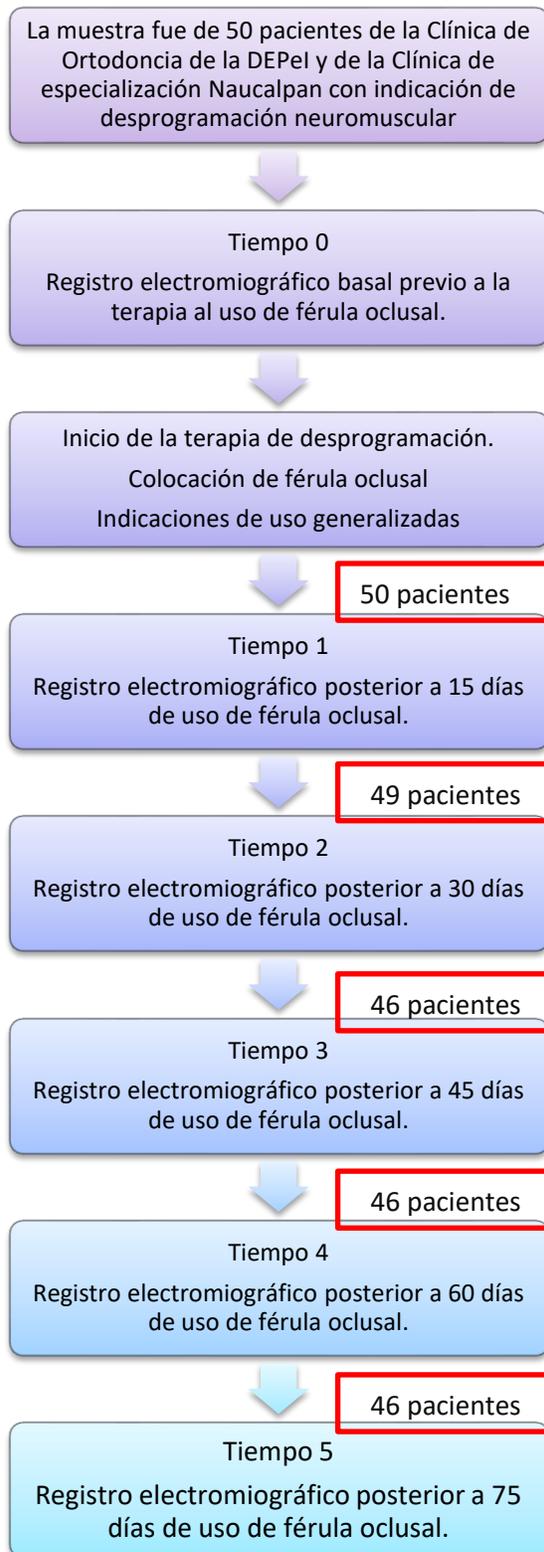
EQUIPOS	INSTRUMENTAL	MATERIAL	PAPELERÍA
1) unidad odontológica	(10) Equipos de diagnóstico (espejo, pinza, explorador)	(100)(5 paquetes) electrodos Kendall®	50 formatos de historias clínicas Laboratorio de Fisiología
(1) esterilizador	(1) vernier electrónico	(65) (2 cajas) cubre bocas	505 formatos de consentimiento informado
(1) teléfono y línea telefónica	(1) báscula	(4 cajas) guantes,	50 formatos de expedientes clínicos de la clínica de ortodoncia
(1)Electromiógrafo digital CINVESTAV-UNAM	(1) metro	(5) desinfectante en aerosol	50 fichas de recolección de datos.
(1) computadora	(100) abate lenguas	(3 paquetes) gasas	
(1) impresora		(1) alcohol	
(1) cámara fotográfica		(2 paquetes) algodón	
(1) programa JOE ® (nefelometría)			

PRESUPUESTO

Proyecto **PAPIIT IT201817**

RESULTADOS

Se siguió una muestra inicial de 50 pacientes asignados para desprogramación neuromuscular de la Clínica de Ortodoncia de la DEPel de la Facultad de Odontología UNAM, y la Clínica Odontológica Naucalpan UNAM de la Especialización en Ortodoncia de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Iztacala.



En la tabla 1 se muestra la distribución de las características clínicas de los 50 pacientes asignados para desprogramación neuromuscular de la clínica de ortodoncia de la DEPEI de la Facultad de Odontología UNAM, y la clínica Odontológica Naucalpan UNAM de la Especialización en Ortodoncia de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Iztacala.

Tabla 1: Distribución de las características clínicas basales	
Tamaño de la muestra n=50pxs.	n (%)
Edad (años)	22 (4.9) *
Sexo (%)	
Hombres	13 (25)
Mujeres	39 (75)
Crecimiento mandibular (%)	
Vertical	11 (21)
Neutro	23 (44)
Horizontal	18 (35)
Deflexión craneal (%)	30 (58)
Clase I	11 (21)
Clase II	11 (21)
Clase III	
Posición mandibular (%)	25 (48)
Posición mandibular normal	2 (4)
Retrognatismo mandibular	25 (48)
Prognatismo mandibular	
Morfología mandibular (%)	
Normal	23 (44)
Cara larga	4 (8)
Cara corta	25 (48)
Dirección de crecimiento cráneo facial (%)	
Crecimiento Hipodivergente	12 (35)
Crecimiento Neutro	10 (44)
Crecimiento Hipodivergente	30 (21)
Maloclusión esquelética (%)	
Clase I	12 (23)
Clase II	28(54)
Clase III	12(23%)
Biotipo facial (%)	
Dolicofacial	35 (67)
Mesofacial	7 (13)
Braquifacial	10 (20)
Dolor miofascial (%)	
Si	24(46)
IMC (kg/m²)	
Bajo peso	8 (16)
Normal	35(67)
Sobrepeso	9 (17)

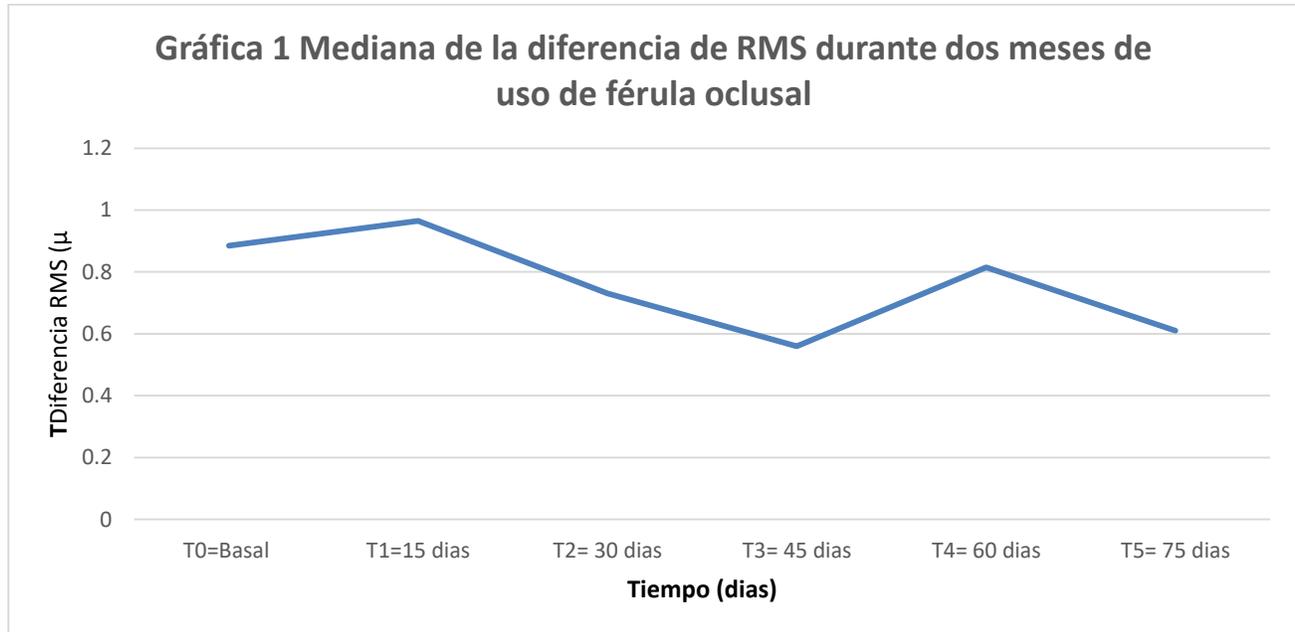
La media de edad es de 22 años, el 75% de la muestra son mujeres. Las características morfológicas de cada paciente, fueron clasificadas de acuerdo a las categorías determinadas por el análisis cefalométrico de Jarabak, el tipo de crecimiento mandibular horizontal (44%) es el que se presentó con mayor frecuencia seguido del crecimiento neutro (35%) determinados por la relación porcentual entre la altura facial posterior y altura facial anterior, la deflexión craneal más frecuente es la clasificada como clase I (58%), patrón esquelético determinado por la posición mandibular y su relación con la altura de la cara con base al ángulo goniaco mostró que casi la mitad de los pacientes (48%) presentan posición mandibular normal igual que los pacientes con mandíbula en posición prognata (48%), la dirección de crecimiento en sentido anteroposterior determinó que la morfología mandibular más frecuente se caracteriza por paciente con cara corta (48%), el tipo de Maloclusión esquelética clase II (48%) es la más frecuente al igual que el biotipo facial de tipo dolicofacial (67%). Con respecto a las variables confusoras se observó que al inicio del estudio el 54% de los pacientes no refirió padecer de dolor facial y el 67% de los pacientes de ortodoncia presentan un índice de masa corporal.

Tabla 2. Descripción de las diferencias de los valores de RMS de la actividad electromiográfica por tiempo.

Tiempo	Obs	Media	DE	Mediana	IQR
Diferencia RMS 0 (EMG basal)	50	66.08	60.21	52.5	21-83.5
Diferencia RMS 1 (EMG 15 días)	49	52.63	58.41	36	16-63
Diferencia RMS 2 (EMG 30 días)	46	63.77	57.93	42.94	15.67-90.19
Diferencia RMS 3 (EMG 45 días)	46	53.55	50.40	37.85	20.2-77.1
Diferencia RMS 4 (EMG 60 días)	46	57.88	45.88	56.2	16-89.1
Diferencia RMS 5 (EMG 75 días)	46	48.96	44.85	34	14.4-65

μ V = microvolts; Desviación estándar (DE), rango intercuartil (IQR)=cuartil 25 y cuartil 75.

En la tabla 2 se observa la distribución de la diferencia de RMS durante la terapia de desprogramación mediante el uso de Férula oclusal. Previo al tratamiento la mediana de la diferencia de RMS fue de 52.6 μ V. posterior al tratamiento fue de 34 μ V. La diferencia de RMS se redujo 35% con el uso de férula.



La gráfica 1 ilustra la variación de la mediana de las diferencias de RMS durante dos meses de uso de férula. Se observó que el efecto de uso de férula oclusal produce variación en las diferencia de RMS durante los primeros 45 días de uso de férula oclusal se produjo una disminución y normalización en la actividad electromiográfica (36 μ V., 42.94 μ V. y 37.85 μ V.) peculiaridad de una conducta equilibrada de los músculos maseteros; posterior a los 45 días la diferencia de RMS aumenta.

Para el análisis bivariado se realizaron análisis de regresión de efectos aleatorios para medidas repetidas, se evaluaron los cambios en la actividad electromiográfica a lo largo del tiempo de la terapia de desprogramación neuromuscular (T1=15 días, T2= 30 días, T3=45 días, T4=60 días, T5=75 días) comparado con la medición basal (T0=Basal) de las diferencias electromiográficas (RMS, constante y pendiente) en cada paciente.

Las variables explicativas utilizadas fueron la edad, sexo, crecimiento mandibular, deflexión craneal, posición mandibular, morfología mandibular, dirección de crecimiento craneofacial, maloclusión esquelética, biotipo facial, dolor miofascial e índice de masa corporal (IMC)

Tabla 3 Análisis de regresión de efectos aleatorios de las diferencias RMS y las variables explicativas

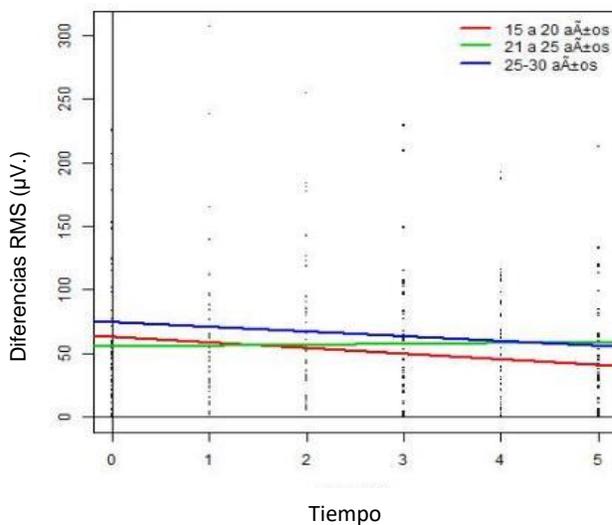
Variable	Diferencia basal (T0) Coef (p-valor)	Cambio Diferencia (T1-T5) Coef (p-valor)
Sexo		
Hombres	72.8 (0.000) ref.	-5,9 (0.036)
Mujeres	59.8 (0.449)	-1 (0.648)
Edad		
15-20 años	63.6 (0.000) ref.	-4.51 (0.034)
20-25 años	55.7(0.540)	0.77 (0.733)
25-30 años	74.8(0.529)	-3.8 (0.456)
Crecimiento mandibular		
Vertical	51.7 (0.000) ref.	-2.18 (0.487)
Neutro	65.2 (0.365)	-2.81 (0.412)
Horizontal	66.5 (0.328)	-1.59 (0.604)
Deflexión craneal		
Clase I	56.87 (0.000) ref.	.89 (0.637)
Clase II	60.59 (0.858)	-3.38 (0.482)
Clase III	80.61 (0.115)	-9.40 (0.005)
Posición Mandibular		
Prognata	21.96 (0.000) ref.	5.07 (0.243)
Posición normal	59.32 (0.001)	-1.18 (0.611)
Retrógnata	70.23 (0.000)	-3.99 (0.187)
Morfo. mandibular		
Normal	66.11 (0.000) ref.	-3.76 (0.160)
Cara larga	46.12 (0.467)	-1.69 (0.840)
Cara corta	61.60 (0.677)	-0.871 (0.683)
Dirección de crecimiento		
Dolicofacial	55.85 (0.000) ref.	-1.82 (0.415)
Mesofacial	78.15 (0.144)	-4.26 (0.454)
Braquifacial	69.15 (0.407)	-1.79 (0.686)
Maloclusión esquelética		
Clase I	49.49 (0.000) ref.	2.76 (0.423)
Clase II	68.97 (0.212)	-3.81 (0.185)
Clase III	62.33 (0.424)	-3.22 (0.302)
Biotipo facial		
Dolicofacial	69.21 (0.000) ref.	-4.20 (0.054)
Mesofacial	72.22 (0.843)	0.33 (0.940)
Braquifacial	35.61 (0.000)	2.02 (0.465)
Dolor orofacial		
Si	62.73 (0.978)	-3.11 (0.344)
No	63.08 (0.000)	-1.42 (0.461)
IMC		
Bajo peso	60.37 (0.000) ref.	-2.38 (0.613)
Normal	67.78 (0.639)	-3.69 (0.120)
Sobre peso	46.90 (0.440)	3.12 (0.470)
Regresión de efectos aleatorios		

Para determinar las variables explicativas candidatas a ser incluidas en el análisis multivariado, se utilizó el criterio de que el coeficiente asociado a alguna de las categorías de la variable explicativa fuese significativo al 5%.

En el análisis bivariado de la diferencia de RMS se detectaron como significativas las variables edad ($p=0.034$) y deflexión craneal ($p=0.005$) ambas presentaron un efecto sobre la evolución temporal de la diferencia de RMS. Es decir que por cada quince días de uso de férula la diferencia de RMS disminuyó $4.54 \mu\text{V}$. en los pacientes entre los 15 y los 20 años de edad y por cada quince días de uso de férula la diferencia de RMS disminuyó $9.40 \mu\text{V}$. en los pacientes con deflexión craneal clase III.

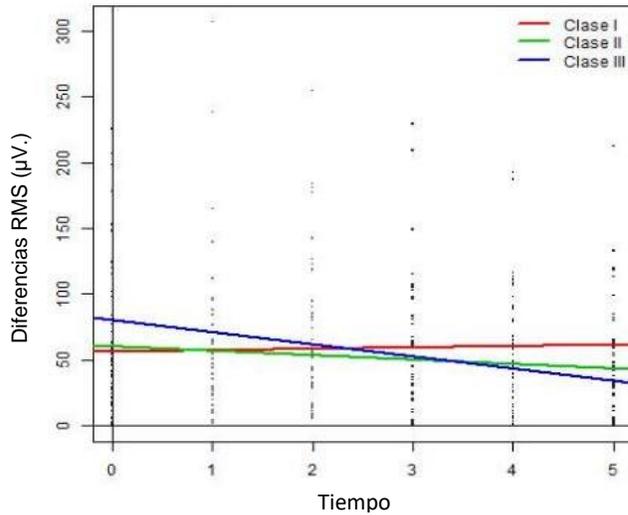
Sin embargo en el análisis bivariado de la diferencia de RMS se detectaron como significativas las variables posición mandibular ($p=0.001$) y biotipo facial (0.000) el efecto se presentó sobre la diferencia basal, es decir que los pacientes con posición mandibular normal y con biotipo facial braquiocefálico presentan una diferencia estadística menor en la actividad electromiográfica de los músculos maseteros derecho e izquierdo durante la etapa diagnóstica, previo al uso de férula oclusal.

Gráfica 2:
Diferencias de RMS por tiempo de acuerdo a la edad



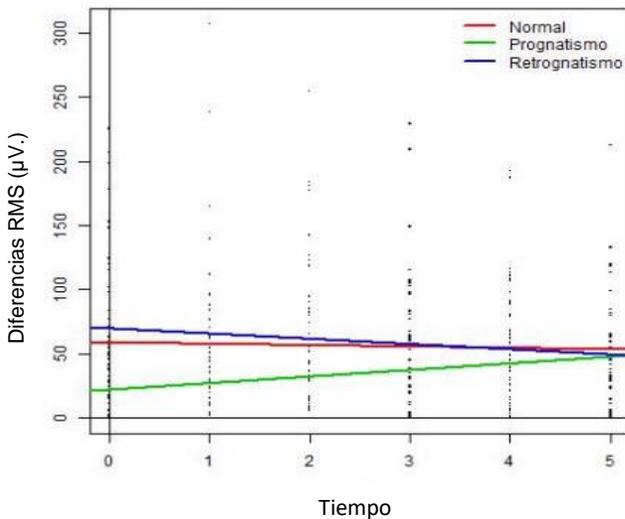
La disminución de las diferencias de RMS fue mayor ($4.51 \mu\text{V}$, $p=0.034$). por cada quince días de uso de férula) en los pacientes dentro del rango de edad de 15 a 20 años. La diferencia de RMS aumentó ($0.77 \mu\text{V}$, $p=0.0733$). por cada quince días de uso de férula en los pacientes dentro del rango de edad de 20 a 25 años. (Gráfica 2)

Gráfica 3:
Diferencias de RMS por tiempo de acuerdo a la deflexión craneal



La disminución de las diferencias de RMS fue mayor (9.40 µV, $p=0.005$). por cada quince días de uso de férula) en los pacientes clase III. La diferencia de RMS aumento (0.89 µV, $p=0.637$) por cada quince días de uso de férula) en los pacientes clase I. (Gráfica 3)

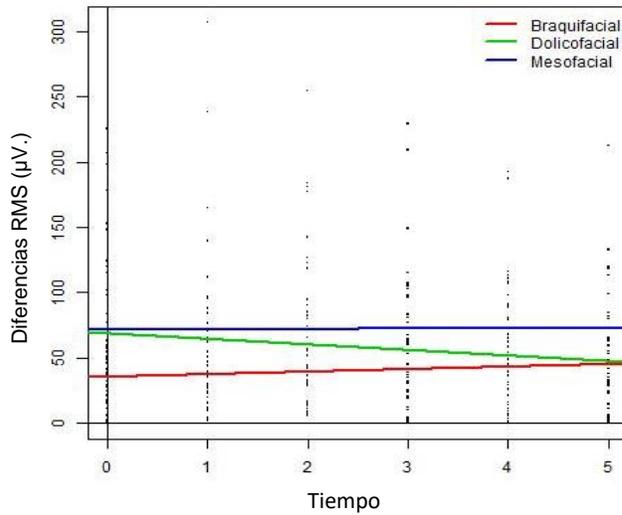
Gráfica 4:
Diferencias de RMS por tiempo de acuerdo a la posición mandibular



No se presentó cambio en las diferencias de RMS durante el tiempo de uso de férula con relación a la posición mandibular. Sin embargo los pacientes con posición mandibular normal presentaron diferencias significativas en la medición basal. (59.32 µV, $p=0.001$). (Gráfica 4)

Gráfica 5:

Diferencias de RMS por tiempo de acuerdo al biotipo facial



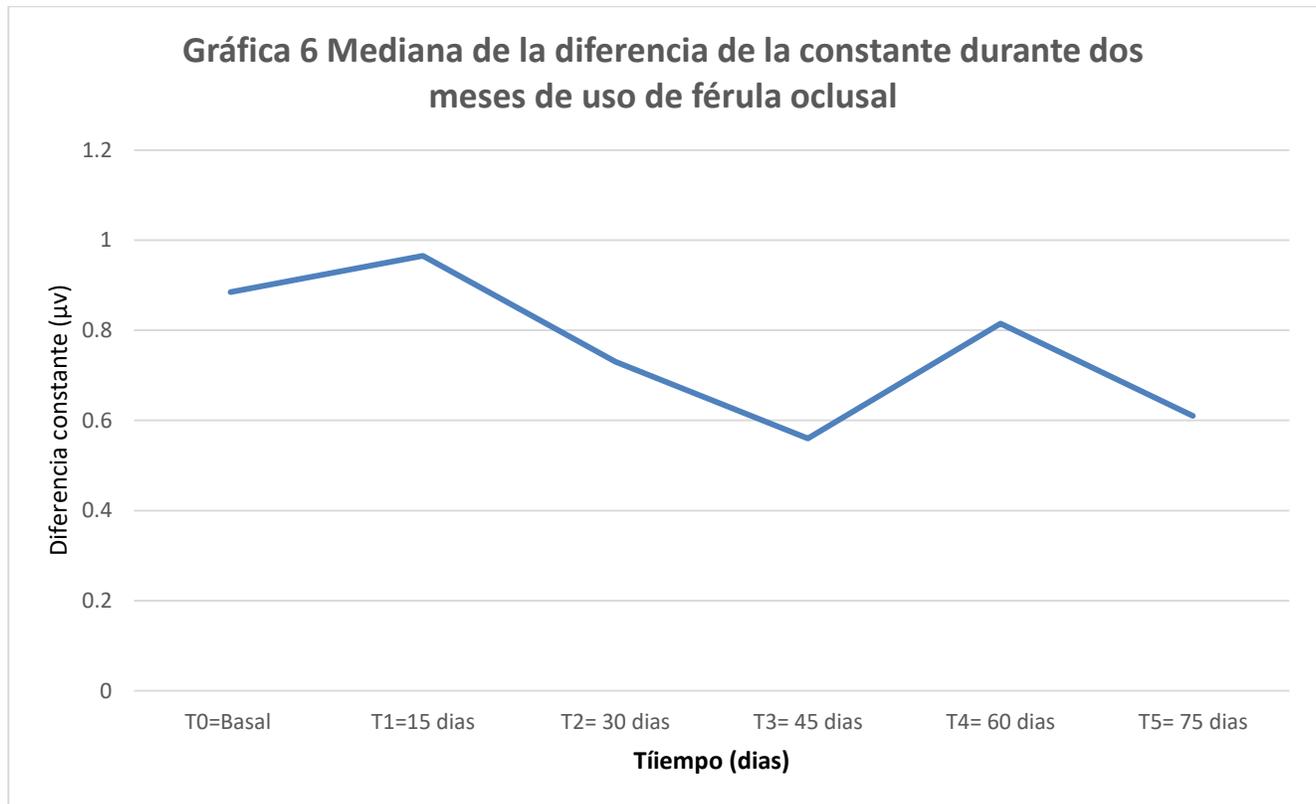
No se presentó cambio en las diferencias de RMS durante el tiempo de uso de férula con relación al biotipo facial. Sin embargo los pacientes braquifacial presentaron diferencias significativas en la medición basal. (35.61 μ V, $p=0.000$). (Gráfica 5)

Tabla 4. Descripción de las diferencias de los valores de las Constantes de la actividad electromiográfica por tiempo.

Tiempo	Obs	Media	DE	Mediana	IQR
Diferencia Cons 0 (EMG basal)	50	76.3	58.75	70.13	37.11-106.42
Diferencia Cons 1 (EMG 15 días)	49	68.55	68.81	52.54	18.56 -80.36
Diferencia Cons 2 (EMG 30 días)	46	68.56	67.27	46.35	19.99 -95.39
Diferencia Cons 3 (EMG 45 días)	46	63.34	56.75	44.57	21.19 -90.81
Diferencia Const4 (EMG 60 días)	46	58.05	41.63	52.71	21.86 -82.5
Diferencia Cons 5 (EMG 75 días)	46	51.91	48.48	41.75	17.35 -71.27

μ V = microvolts; Desviación estándar (DE), rango intercuartil (IQR)=cuartil 25 y cuartil 75.

En la tabla 4 se presenta la distribución de las diferencias de las constantes electromiográficas durante la terapia de desprogramación mediante el uso de Férula oclusal. Previo al tratamiento la mediana de la diferencia la constante fue de 70.13 μV . y la diferencia de la constante posterior al tratamiento 41.75 μV . La diferencia de las constantes disminuyo 40.47%.



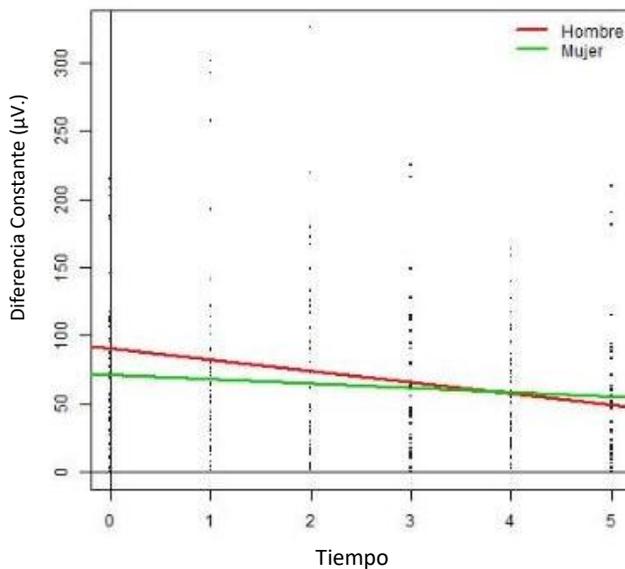
La gráfica 6 ilustra el comportamiento de la distribución de las diferencias de las constantes durante el tiempo que se evaluó la terapia de desprogramación neuromuscular, se observó una disminución gráfica más significativa que se produjo durante a los 45 días de uso de férula oclusal (44 μV) Posterior a eso la diferencia de las constantes aumentó al mismo nivel de la medición correspondiente a los 15 días de uso (Diferencia Cons 1=52.54 μV y Diferencia Cons 4=52.71 μV)

Tabla 5 Análisis bivariado de las diferencias de las constantes y las variables explicativas

Variable	Diferencia basal Coef (p-valor)	Cambio Diferencia Coef (p-valor)
Sexo		
Hombres	90.3 (0.000) ref.	-8.1 (0.003)
Mujeres	71.6 (0.367)	-3.3 (0.107)
Edad		
15-20 años	76.6 (0.000) ref.	-4.4 (0.130)
20-25 años	69.8 (0.715)	-2.9 (0.336)
25-30 años	86.44 (0.598)	-6.9 (0.100)
Crecimiento mandibular		
Vertical	67.7 (0.000) ref.	-6.9 (0.026)
Neutro	81.2 (0.447)	-5.5 (0.118)
Horizontal	74.7 (0.716)	-1.9 (0.538)
Deflexión craneal		
Clase I	73.7 (0.000) ref.	-2.7 (0.270)
Clase II	64.9 (0.628)	-3.14 (0.423)
Clase III	93.3 (0.291)	-10.0 (0.011)
Posición Mandibular		
Prognata	3.8 (0.000) ref.	12.4 (0.008)
Posición normal	69.3 (0.000)	-3.1 (0.144)
Retrónata	89.5 (0.000)	-7.3 (0.017)
Morfo. mandibular		
Normal	76.5 (0.000) ref.	-5.9 (0.017)
Cara larga	53.5 (0.532)	3.3 (0.647)
Cara corta	78.1 (0.917)	-3.8 (0.126)
Dirección de crecimiento		
Dolicofacial	69.36 (0.000) ref.	-4.3 (0.063)
Mesofacial	96.16 (0.287)	-8.9 (0.154)
Braquifacial	78.04 (0.634)	-1.9 (0.598)
Maloclusión esquelética		
Clase I	52.5 (0.003) ref.	5.0 (0.136)
Clase II	142.3 (0.102)	-7.9 (0.004)
Clase III	68.6 (0.418)	-5.4 (0.031)
Biotipo facial		
Dolicofacial	86.9 (0.000) ref.	-6.8 (0.002)
Mesofacial	71.5 (0.475)	.31 (0.960)
Braquifacial	43.4 (0.000)	-2.28 (0.914)
Dolor orofacial		
Si	77.0 (0.000) ref.	-4.4 (0.040)
No	75.0 (0.889)	-4.4 (0.197)
IMC		
Bajo peso	72.5 (0.000) ref.	-5.0 (0.218)
Normal	80.9 (0.637)	-5.5 (0.030)
Sobre peso	60.8 (0.482)	-3.7 (0.940)
Regresión multinivel		

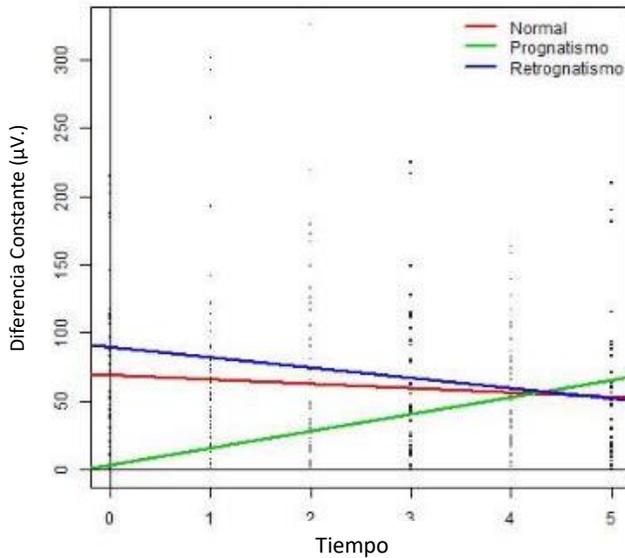
En el análisis bivariado de las diferencia de las constantes las variables posición mandibular ($p=0.000$), maloclusión esquelética (Clase I $p=0.003$) y biotipo facial (Braquifacial $p=0.000$) presentaron un efecto significativo en la diferencia basal. Con relación al tiempo las variables sexo (Hombre $p=0.003$), posición mandibular (Prognata $p=0.008$), maloclusión esquelética (Clase II $p=0.004$) y dolor miofascial (Si $p=0.040$) se detectaron como significativas. La diferencia de las constantes electromiográficas disminuyó por cada quince días de uso de férula en hombres. ($-8.1 \mu\text{V}$, $p=0.003$), en pacientes con un rango de edad de 15 a 20 ($4.4 \mu\text{V}$, $p=130$), con maloclusión esquelética Clase II ($7.9 \mu\text{V}$, $p=0.004$) y con presencia de dolor miofascial ($-4.4 \mu\text{V}$, $p=0.040$).

Gráfica 7:
Diferencias de las constantes por tiempo de acuerdo al sexo



La disminución de las diferencias las constantes fue mayor ($-8.1 \mu\text{V}$, $p=0.003$) por cada quince días de uso de férula) en los hombres en comparación con las mujeres ($-3.3 \mu\text{V}$, $p=0.107$). por cada quince días de uso de férula) (Gráfica 7)

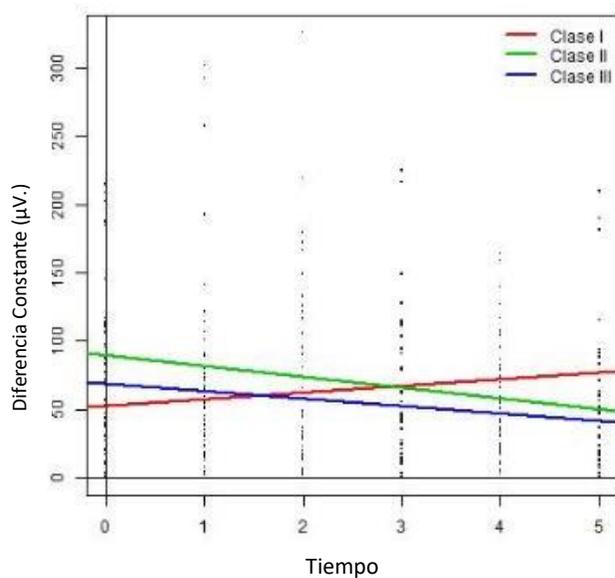
Gráfica 8:
Diferencias de las constantes por tiempo de acuerdo a la posición mandibular



Los pacientes con posición mandibular normal presentaron en la medición basal. (69.3 μV , $p=0.000$) la mayor diferencia y los pacientes prognatas presentaron la menor diferencia basal. (3.8 μV , $p=0.000$).

Los pacientes prógnatas presentaron aumento significativo en las diferencias de las constantes (12.4 μV , $p=0.008$) durante el tiempo de uso de férula con relación a la posición mandibular. (Gráfica 8)

Gráfica 9:
Diferencias de las constantes por tiempo de acuerdo a maloclusión esquelética



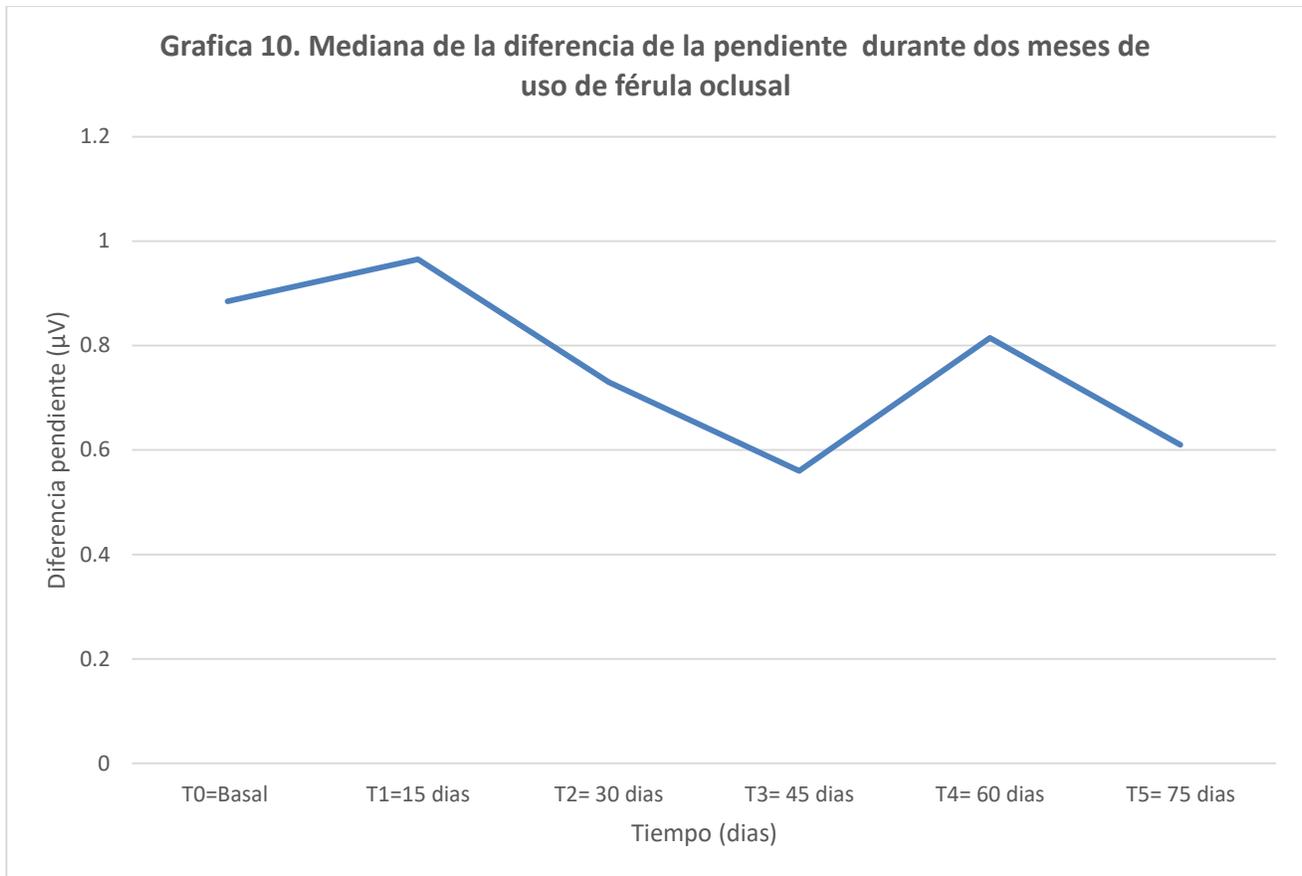
Los pacientes con biotipo braquifacial presentaron en la medición basal. (43.4 μV , $p=0.000$) la menor diferencia, es decir que el comportamiento de los músculos maseteros es más equilibrado en comparación con los pacientes de tipo dolicofacial y mesofacial. (Gráfica 9)

Tabla 6. Descripción de las diferencias de los valores de las Pendientes de la actividad electromiográfica por tiempo.

Tiempo	Obs	Media	DE	Mediana	IQR
Diferencia Pend 0 (EMG basal)	50	1.21	1.10	.885	.39-1.84
Diferencia Pend1 (EMG 15 días)	49	3.72	17.69	.965	.4-1.97
Diferencia Pend2 (EMG 30 días)	46	1.25	1.30	.73	.45-1.97
Diferencia Pend3 (EMG 45 días)	46	.955	1.56	.56	.19-1.13
Diferencia Pendt4 (EMG 60 días)	46	4.36	21.88	.815	.48-1.72
Diferencia Pend 5 (EMG 75 días)	46	1.20	1.37	.61	.34-1.52

μV = microvolts; Desviación estándar (DE), rango intercuartil (IQR)=cuartil 25 y cuartil 75.

En la tabla 6 se presenta la distribución de las diferencias de las pendientes electromiográficas durante la terapia de desprogramación mediante el uso de Férula oclusal. Previo al tratamiento la mediana de la diferencia las pendientes fue de 0.885 μV . y la diferencia de la constante posterior al tratamiento 0.61 μV . La diferencia de las pendientes disminuyó 31%.



La gráfica 10 ilustra el comportamiento de la distribución de las pendientes durante el tiempo que se evaluó la terapia de desprogramación neuromuscular se observó que la mayor disminución se presentó entre los 15 y 30 días de uso de férula (Diferencia Pend 1=0.965 μV , Diferencia Pend 2=0.73 μV).

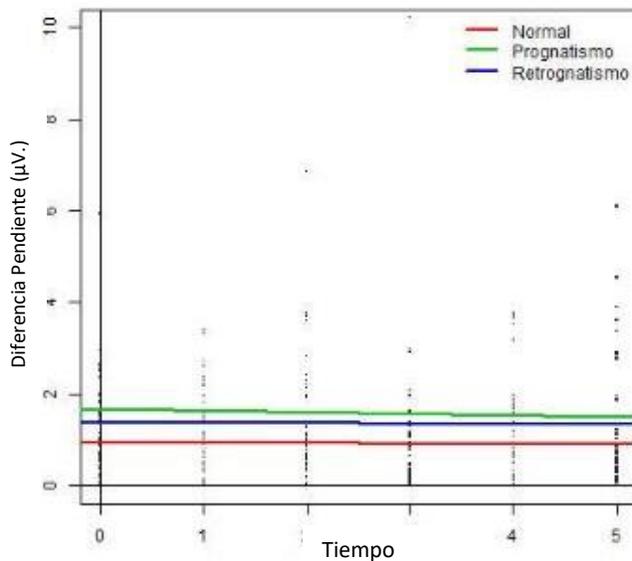
Tabla 7. Análisis bivariado de las pendientes y las variables explicativas

Variable	Diferencia basal	Cambio Diferencia
	Coef (p-valor)	Coef (p-valor)
Sexo		
Hombres	5.2 (0.174)	-9 (0.264)
Mujeres	0.9 (0.258)	0.4 (0.304)
Edad		
15-20 años	4.1 (0.124) ref.	-0.3 (0.222)
20-25 años	0.6 (0.191)	0.8 (0.273)
25-30 años	1.2 (0.274)	-0.5 (0.251)
Crecimiento mandibular		
Vertical	1.1 (0.001) ref.	-0.0 (0.660)
Neutro	3.2 (0.447)	0.5 (0.288)
Horizontal	1.1 (0.807)	0.0 (0.520)
Deflexión craneal		
Clase I	2.7 (0.178) ref.	0.3 (0.657)
Clase II	0.7 (0.324)	0.0 (0.313)
Clase III	1.6 (0.544)	-0.0 (0.967)
Posición Mandibular		
Prógnata	1.7 (0.000) ref.	-0.0 (0.563)
Posición normal	0.9 (0.000)	-0.0 (0.868)
Retrógnata	2.9 (0.587)	0.5 (0.456)
Morfo. mandibular		
Normal	1.0 (0.000) ref.	0.0 (0.847)
Cara larga	1.7 (0.028)	-0.1 (0.158)
Cara corta	3.1 (0.295)	0.4 (0.526)
Dirección de crecimiento		
Dolicofacial	2.8 (0.052) ref.	-0.2 (0.407)
Mesofacial	0.0 (0.057)	1.8 (0.286)
Braquifacial	1.6 (0.426)	-0.0 (0.840)
Maloclusión esquelética		
Clase I	1.2 (0.000) ref.	0.1 (0.122)
Clase II	2.9 (0.448)	0.4 (0.430)
Clase III	1.1 (0.590)	-0.0 (0.755)
Biotipo facial		
Dolicofacial	2.7 (0.078) ref.	0.3 (0.496)
Mesofacial	1.0 (0.2729)	0.0 (0.839)
Braquifacial	0.7 (0.205)	0.0 (0.935)
Dolor orofacial		
Si	0.5 (0.082)	0.5 (0.366)
No	3.5 (0.042)	-0.5 (0.109)
IMC		
Bajo peso	8.9 (0.224) ref.	-5.0 (0.218)
Normal	1.2 (0.300)	-5.5 (0.030)
Sobre peso	0.1 (0.243)	-.37 (0.940)
Regresión multinivel		

En el análisis bivariado de las diferencia de las pendientes electromiográficos presentó un efecto significativo con respecto al tiempo de uso de férula en relación con las variables sexo (Hombre $p=0.003$), posición mandibular (Prognata $p=0.008$), morfología mandibular (Normal $p=0.017$), maloclusión esquelética (Clase II $p=0.004$), dolor miofascial (Si $p=0.040$) e índice de masa corporal (Clase II $p=0.030$)

Gráfica 11:

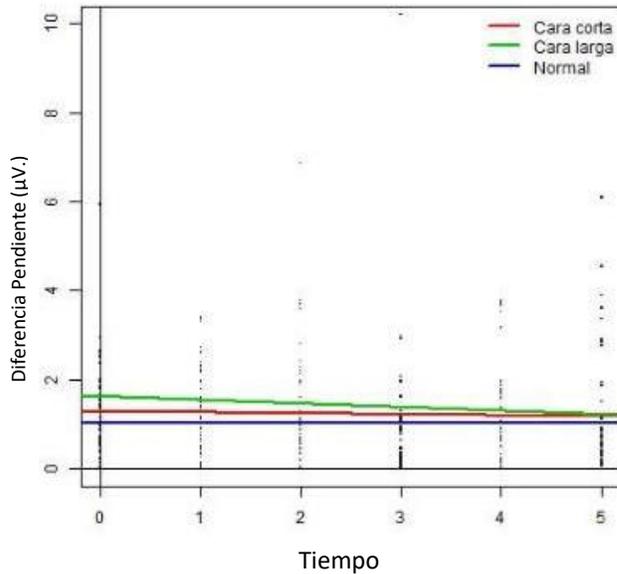
Diferencias de las pendientes por tiempo a la posición mandibular



Los pacientes con posición mandibular normal presentaron en la medición basal. ($0.9 \mu V$, $p=0.000$) la menor diferencia de las pendientes seguidos de los pacientes con posición mandibular normal ($0.9 \mu V$, $p=0.000$). (Gráfica 8)

Gráfica 12:

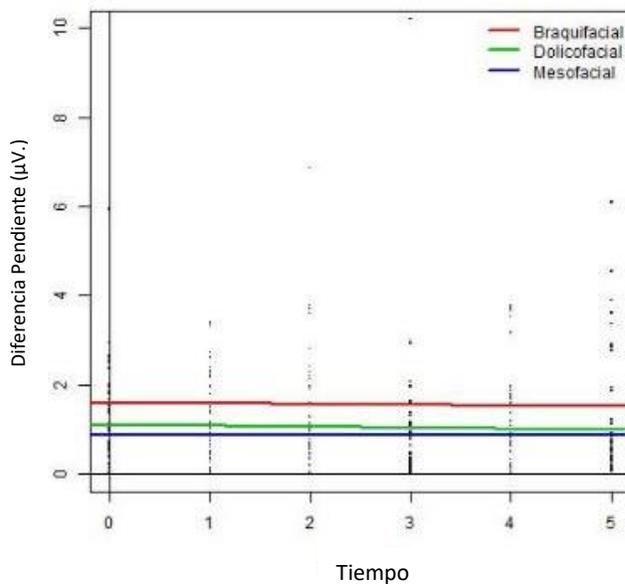
Diferencias de las pendientes por tiempo de acuerdo a la morfología mandibular



Los pacientes con morfología mandibular normal presentaron en la medición basal. (1.1 μV , $p=0.000$) la menor diferencia de las pendientes en comparación con los pacientes cara larga (1.7 μV , $p=0.057$). (Gráfica 12)

Gráfica 13:

Diferencias de las pendientes por tiempo de acuerdo a la dirección de crecimiento



No se presentó cambio en las diferencias de las pendientes durante el tiempo de uso de férula con relación a la dirección de crecimiento. Sin embargo los pacientes dolicofacial presentaron mayor diferencia en la medición basal. (2.8 μV , $p=0.052$) en comparación con los pacientes mesofaciales que presentaron las diferencias más pequeñas (0.0 μV , $p=0.057$). (Gráfica 13)

Tabla 8 Análisis multivariado de las variables de las diferencias RMS, constante y pendiente RMS						
	Diferencia RMS		Diferencia Constante		Diferencia Pendiente	
	Diferencia basal	Cambio Diferencia	Diferencia basal	Cambio Diferencia	Diferencia basal	Cambio Diferencia
Variable	Coef (p-valor)	Coef (p-valor)	Coef (p-valor)	Coef (p-valor)	Coef (p-valor)	Coef (p-valor)
Valor basal	72.73 (<0.001)	----	90.19 (<0.001)	-	-2.18 (0.562)	----
Valor cambio	----	-8,91 (0.049)	----	-17.58 (0.002)	----	0.23 (0.424)
Sexo						
Mujeres	-12.92 (0.424)	1.32 (0.725)	-18.56 (0.363)	3.66 (0.311)	---	---
Edad						
20-25 años	---	2.49 (0.305)	---	---	---	---
25-30 años	---	1.52 (0.638)	---	---	---	---
Crecimiento mandibular						
Neutro	---	---	---	3.57 (0.231)	---	4.06 (0.976)
Horizontal	---	---	---	6.69 (0.006)	---	0.05 (0.960)
Deflexión craneal						
Clase II	---	-0.88 (0.739)	---	-1.13 (0.795)	---	---
Clase III	---	-4.76 (0.118)	---	9.53 (0.012)	---	---
Posición Mandibular						
Posición normal	---	5.13 (0.165)	---	11.26 (0.005)	---	1.58 (0.557)
Retrógnata	---	6.13 (0.152)	---	13.04 (0.033)	---	3.18 (0.160)
Morfología mandibular						
Cara larga	---	---	---	7.27 (0.002)	---	-0.31 (0.849)
Cara corta	---	---	---	1.34 (0.588)	---	3.18 (0.160)
Dirección de crecimiento						
Mesofacial	---	---	---	-1.14 (0.795)	---	0.525 (0.878)
Braquifacial	---	---	---	9.79 (0.002)	---	-0.980 (0.559)
Maloclusión esquelética						
Clase II	---	---	---	-6.41 (0.053)	---	-0.26 (0.807)
Clase III	---	---	---	-12.07 (<0.001)	---	-0.87 (0.758)
Biotipo facial						
Mesofacial	---	5.13 (0.227)	---	1.87 (0.737)	---	---
Braquifacial	---	-2.90 (0.184)	---	-1.91 (0.308)	---	---
Dolor orofacial						
Si	---	---	---	---	---	0.51 (0.569)
No	---	---	---	---	---	---
IMC						
Normal	---	---	---	---	---	---
Sobre peso	---	---	---	---	---	---
Regresión multinivel						

En el análisis bivariado de las diferencias electromiográficas se detectaron como significativas las variables edad, deflexión craneal y posición mandibular teniendo un efecto sobre la evolución temporal de las diferencias de RMS. Con relación a las diferencias de las constantes se detectaron como significativas las variables edad, posición mandibular, maloclusión esquelética y dolor orofacial teniendo un efecto sobre la evolución temporal. Y las variables posición mandibular, morfología mandibular, dirección de crecimiento y dolor orofacial se detectaron como significativas con respecto a las diferencias de las pendientes.

La tabla 8 muestra los resultados del análisis multivariado de las diferencias electromiográficas (RMS, constante y pendiente) y su relación con las variables independientes con significancia estadística resultantes de los análisis bivariados. Sin embargo con el análisis multivariado no se detectaron variables que afectaran el nivel de base de las diferencias electromiográficas es decir durante el diagnóstico (medición basal).

En el correspondiente análisis multivariado los efectos detectados en el análisis bivariado desaparecieron por lo que solo se pudo afirmar que la diferencia media de RMS tuvo un valor promedio inicial de 72.73 μV y un descenso de 8.91 μV por cada 15 días de uso de férula, asumiendo de esta manera que el efecto de equilibrio neuromuscular mediante la terapia de desprogramación en ortodoncia se presenta de igual manera para todos los participantes.

En el caso de las diferencias de las constantes, se detectaron como significativas a partir del análisis multivariado las variables sexo, posición, crecimiento y morfología mandibular, dirección de crecimiento, deflexión craneal, maloclusión esquelética y biotipo facial. Al realizar el análisis con dicho conjunto de variables se llegó a que el valor promedio de la diferencia de constantes al inicio del experimento fue de 90.19 μV , siendo este valor el mismo para todos los participantes. En cuanto a la evolución temporal, el análisis estimó que esta diferencia disminuyó a razón de 17.58 μV por cada quince días de uso de férula oclusal. Sin embargo, se apreció que este coeficiente fue distinto para los participantes con crecimiento mandibular horizontal (cuya disminución fue de 10.89 μV por cada quince días de uso de férula oclusal). Los participantes cuya deflexión craneal fue de clase III presentaron una disminución de 8,05 μV por cada quince días de uso de férula oclusal. La posición mandibular tuvo un efecto en todas sus categorías, de modo que los participantes con posición mandibular retrognática y posición mandibular normal disminuyeron la diferencia de constantes más lentamente que los prógnatas, sus valores disminuyeron a razón de 6,32 μV

y 4,54 μV respectivamente. Los participantes cuya morfología mandibular era de cara larga tendieron a la simetría más lentamente que los de cara corta y normal (10.31 μV) lo mismo que los participantes cuya dirección de crecimiento fue braquifacial (7.79 μV).

Por último, se observó que los pacientes con maloclusión esquelética de clase III presentaron un descenso acelerado (29.65 μV por cada quince días de uso de férula oclusal).

En último lugar, en el análisis bivariado de la diferencia de pendientes se detectaron como significativas, las variables crecimiento, posición y morfología mandibular así como la dirección de crecimiento, maloclusión esquelética y el dolor orofacial.

Al pasar al análisis multivariado los efectos detectados en el análisis bivariado desaparecieron. Tampoco se pudo descartar que el valor inicial fuese nulo y que el cambio de la actividad eléctrica de los músculos maseteros durante la terapia de desprogramación por cada quince días fuese nulo.

Se puede observar una gran variabilidad en todas las instancias de medición y que las curvas promedio, si bien se encuentran “cercanas” al eje horizontal, no presentaron un patrón de decrecimiento tendiente a la simetría.

DISCUSIÓN

El presente trabajo evaluó el efecto sobre la actividad muscular producido por el uso de férula oclusal con el fin de generar una posición mandibular estable. Si bien otros estudios han abordado ésta temática (Wilson PH, 2004) (Bodere C, 2008), la presente investigación brindó nueva evidencia al enfocarse en el equilibrio de la actividad eléctrica muscular para evaluar la estabilidad en la posición mandibular.

Los resultados del presente estudio sugieren que la diferencia media de RMS tuvo un valor promedio inicial de 72.73 μV . y un descenso de 8.91 μV . cada 15 días de uso de férula mostrando simetría de igual manera para todos los participantes. La diferencia media de la constante tuvo un valor promedio inicial de 90.19 μV . y un descenso de 17.58 μV . cada 15 días de uso de férula, el valor de la diferencia de la constante varía de acuerdo a las características clínicas y morfológicas comprometiendo el efecto de simetría en los participantes. La diferencia media de la pendiente tuvo un valor promedio inicial de -2.18 μV . y un aumento de 0.23 μV . cada 15 días de uso de férula tendiendo de esta manera a la simetría de igual manera para todos los participantes.

Con base en los resultados obtenidos fue posible identificar un comportamiento diferencial en la actividad eléctrica de los músculos maseteros como respuesta al uso de férula oclusal dentro de la fase diagnóstica del tratamiento de ortodoncia. Es así que se constató que los músculos maseteros superficiales, no tienen un proceso de disminución gradual, adaptación y normalización continuo a lo largo del tiempo de uso de férula oclusal en todos los pacientes, como es común asumir entre los especialistas. (Wieczorek A, 2017) (De Felício CM, 2012) (Berger M., 2017) La disminución de las diferencias fue más evidente en pacientes dentro del rango de edad de 15 a 20 años ($p=0.034$) y pacientes con deflexión craneal clase III ($p=0.005$).

Se ha demostrado que la respuesta propioceptiva puede cambiar tanto la estabilidad articular como la actividad muscular, modificando los niveles de actividad tónica masticatoria. (Thuan T.T.Dao, 1994). En este sentido, los resultados de este estudio son consistentes con el referido trabajo constatándose una disminución en la actividad muscular en este sentido. Los resultados de este estudio son consistentes con el referido trabajo constatándose la disminución de actividad muscular del 35%, determinado con las diferencias de RMS, 41% determinado con las diferencias de las constantes electromiográfica y del 31% determinado

con las diferencias de las pendientes electromiográficas de los músculos maseteros previo y posterior al uso de férula oclusal, debido a que los músculos son controlados por los receptores sensoriales del sistema nervioso central.

El mecanismo de acción de las férulas oclusales sobre la actividad electromiográfica de los músculos masticatorios ha sido motivo de controversia durante décadas. Se han propuesto mecanismos neurofisiológicos, comportamentales, oclusales e incluso efectos placebo (Donegan SJ, 1990) (Ferrario VF S. G., 2002) (Berger M., 2017)). En especial, se ha propuesto que la variación de la información propioceptiva periodontal generada por el uso de dispositivos intraorales juega un rol fundamental en estos cambios de la actividad muscular (J. Prosthodontics, 2015). Algunas filosofías terapéuticas en el área odontológica denominan “desprogramación neuromuscular” a estas variaciones de actividad muscular generadas por las férulas.

Los resultados obtenidos coinciden con los de diversas investigaciones que estudiaron el efecto de algún dispositivo en la reprogramación neuromuscular en sujetos normales. (Donegan SJ, 1990) (Berger M., 2017). Algunos trabajos concluyen que la desprogramación reduce el efecto de la hiperactividad muscular, facilita la manipulación mandibular de sujetos normales ayudando al odontólogos a centralizar los cóndilos con sus respectivos discos articulares en las fosas mandibulares. (Ferrario VF S. G., 2002) (Pereira LJ, 2004) (F. A. Cecilio, 2010) (Nassar MS, 2012). Sin embargo cabe destacar que este efecto no se obtuvo en todos los participantes de este estudio. Por tal motivo compartimos con otros autores, (F. A. Cecilio, 2010) (Nassar MS, 2012) la importancia de monitorear el efecto muscular que estas terapias inducen y que éstas sean las adecuadas.

Nassar, Lund y Donegan en estudios controlados con sujetos sanos concluyeron que el dispositivo de desprogramación modifica la actividad electromiográfica durante su uso y durante el período de tiempo especificado. (Nassar MS, 2012) (Lund P, 1970) (Donegan SJ, 1990) (Nassar MS, 2012)..

La disminución en la diferencia de la actividad muscular puede estar asociada a un aumento en el número de contactos oclusales en una posición muscular simétrica la cual se observa durante las primeras semanas con el uso de férula. Esta disminución de la actividad

electromiográfica no se observa en pacientes con crecimiento hiperdivergente o maloclusión esquelética clase II o en pacientes que no presentan una anomalía esquelética significativa es decir pacientes “compensados” biológicamente (pacientes con crecimiento horizontal, deflexión craneal clase I, posición mandibular normal, morfología mandibular normal y de cara corta), durante la cual se sabe que aumenta clínicamente la inestabilidad oclusal y por consiguiente y en congruencia con nuestros resultados la actividad muscular de los músculos superficiales aumenta como antes de iniciar el tratamiento. Lo anterior va en el mismo sentido a lo reportado en otras investigaciones con relación al uso de la férula o de la estabilidad oclusal posterior al tratamiento de ortodoncia. (Arat F A. Z., 2008)

Asumimos que el efecto contrario en la diferencia, pudo deberse a la variación en la posición mandibular guiada por la férula oclusal (aumento de la dimensión vertical implicando la estabilidad de la articulación temporomandibular). Sin embargo, la mal posición dentaria y el patrón cráneo facial de los individuos condicionaron el equilibrio neuromuscular, lo que no permite resaltar la importancia de la necesidad de seguir un plan de tratamiento integral para que el sistema estomatognático estabilice su función.

Estudios previos demostraron que los sujetos sin maloclusión tienen un cierto grado de asimetría muscular y que la misma es diferente en los músculos maseteros y temporales, dependiendo del nivel de contracción. Los sujetos "normales" son asimétricos "fisiológicamente". (Naeije M, 1989) (Ferrario VF S. C., 1993).

Una de las principales limitaciones del estudio fue la variabilidad biológica (Di Palma, 2017.) que caracteriza a la variable de respuesta (actividad eléctrica neuromuscular), ya que esta diversidad no permite determinar el efecto específico de una terapia y siempre dependerá de diversos factores comprometiendo así la normalización o los cambios de la actividad electromiográfica de los músculos maseteros superficiales a lo largo del tratamiento. Por otro lado, a pesar de las fortalezas del estudio es necesario realizar una mayor cantidad de análisis con la finalidad de evaluar e interpretar de una manera objetiva y personalizada al equilibrio neuromuscular; los resultados del estudio son reproducibles y consistentes en otras poblaciones. En oposición a los resultados del presente estudio, Cecilio, evaluando el comportamiento de la actividad electromiográfica con base a las características morfológicas de los individuos, determinó que la función mandibular tienden a disminuir a mayor edad y lo

asoció a la posición mandibular, también mencionó que el estrés puede desencadenar actividad inadecuada. (F. A. Cecilio, 2010).

Sin embargo, nuestros resultados mostraron asociación estadísticamente significativa en el análisis multivariado con base a las diferencias de las constantes con respecto al crecimiento mandibular horizontal ($p=0.006$), deflexión craneal clase III ($p=0.012$), posición mandibular normal ($p=0.005$) morfología tipo cara larga ($p=0.002$) y maloclusión esquelética clase III ($p=0.001$). Asumimos que la contradicción respecto a la edad, se atribuye a que nuestra muestra tenía un rango limitado de edad y no involucró adultos mayores, la edad mínima de nuestra muestra fue de 18 y la máxima de 35 años.

CONCLUSIONES

- Los valores electromiográficos (RMS, constante y pendiente) iniciales en pacientes con maloclusión es mayor comparado con los valores finales después del uso de la férula oclusal durante dos meses.
- La electromiografía es una herramienta objetiva que permite determinar el equilibrio neuromuscular aportando información del funcionamiento general del sistema estomatognático.
- Los resultados obtenidos confirman que el efecto del uso de la férula oclusal presenta variaciones inter-individuales.
- El equilibrio neuromuscular se presentó en mayor medida en los hombres y en los sujetos sin alteraciones cráneofacial severas (clasificados con clase I esquelética).
- Es importante monitorear la actividad muscular durante los tratamientos debido a que no todos los pacientes responden con el efecto esperado teóricamente.
- Los cambios estadísticamente significativos encontrados en la disminución de las diferencias electromiográficas se presentaron entre los 30 y 45 días de uso de férula oclusal.
- Los cambios en el lado izquierdo se acercaron a la significancia estadística entre el mes y los tres meses, lo que nos indica que el asentamiento oclusal no se está presentando de manera bilateral.
- De acuerdo a los resultados obtenidos el tiempo de uso de férula oclusal adecuado en pacientes de Ortodoncia debe ser adecuado con base en la respuesta muscular monitoreada electromiográficamente ya que varía de acuerdo a las características morfológicas que se están produciendo en la oclusión.
- Es necesario mejorar los diseños de los trabajos superando las limitaciones metodológicas con el objetivo de estudiar de manera objetiva y reproducible el equilibrio neuromuscular

Bibliografía

- Alarcon JA, M. C. (2000). Effect of unilateral posterior crossbite on the electromyographic activity of human masticatory muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 3(34), 56-62.
- Alpani K, K. A. (2016). Surgical methods for the: Acceleration of the orthodontics tooth movement. *Front oral Biol*(18), 92-101.
- Arat F, A. (2008). Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 1: electromyographic study of anterior temporal and superficial masseter muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, , Volumen 4, pp. 23-38.
- Arat F, A. Z. (2008). Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 1: electromyographic study of anterior temporal and superficial masseter muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 4, 23-38.
- Arnett. (2003). Planificación y diagnóstico de las deformidades mediante el análisis cefalométrico de los tejidos. *Rev Esp Ortod* ., 33: 5-19.
- Arnett GW, B. R. (1993). Facial keys to orthodontics diagnosis and treatment planning. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 103: 299-312.
- Barahona. (2006). Principales análisis cefalométricos utilizados para el diagnóstico ortodóntico. *Revista Científica*, 11-28.
- Berger M., G. M. (2017). The immediate effect of temporary silicone splint application on symmetry of masticatory muscle activity evaluated using surface electromyography. *Polish annals of medicine*, 19-23.
- Bodere C, W. A. (2008). Effect of a jig on EMG activity in different orofacial pain conditions. . *Int J Prosthodont* . , 253-8.
- Camacho. (2005). *Evaluación de la placa motoro por métodos Electrofisiológicos*. Colombia: LMC.
- Casado L, A. X. (2006). Revisión de las repercusiones de los esguinces de tobillo sobre el equilibrio postural,. *Facultad de Ciencias del Deporte, Grupo de Biomecánica Humana y Deportiva*., 1, 50-64.
- Castro P., P. G. (2009). Prevalencia de asimetrías faciales usando el analisis panoramico de Levandoski. *Revista Odontologica Mexicana*, 99-104.
- De Carlos F, C. J. (2007). Orthodontic tooth movement after different coxib therapies. *Euro J Orthod*, 29, 596-559.
- De Felício CM, F. C. (2012). Electromyographic indices, orofacial myofunctional status and temporomandibular disorders severity: a correlation study. *J Electromyogr Kinesiol*, 266–272.
- De Felicio, S. F. (2009). Electromyographic standardized indices in healthy Brazilian young adults and data reproducibility. *J Oral Rehabil*, 6(25), 32-46.
- De Rossi, H. J. (2009). Electromyographic evaluation in children having rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 5, 16-29.
- Di Palma. (2017.). Effects of the functional orthopaedic therapy on masticatory muscles activity. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, , pp. 9(7), e886–e891. <http://doi.org/10.4317/jced.53>.
- Di Palma E, T. M. (2017). Longitudinal effects of rapid maxillary expansion on masticatory muscles. *J Clin Exp Dent*.
- Di Palma, E. T. (2017). Effects of the functional orthopaedic therapy on masticatory muscles activity. . *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, , 9(7), e886–e891. <http://doi.org/10.4317/jced.53>.
- Donegan SJ, C. A. (1990). An electromyographic study of aspects of 'deprogramming' of human jaw muscles. *J Oral Rehabil*., 509-18.
- Du X, H. U. (2003). Muscular adaptation to gradual advancement of the mandible. . *The Angle Orthodontist* . , 73:525–32.
- F. A. Cecilio, S. C. (2010). Aging and surface EMG activity patterns of masticatory muscles. *Journal of Oral Rehabilitation*, 248–255.
- F. A. CecilioO, S. C. (2010). Aging and surface EMG activity patterns of masticatory muscles. *Journal of Oral Rehabilitation*, 248–255.

- Ferrario VF, M. P. (2002). Neuromuscular evaluation of post-orthodontic stability: An experimental protocol. *The International Journal of Adult Orthodontics & Orthognathic Surgery.*, 17:307–13.
- Ferrario VF, S. C. (1993). Electromyographic activity of muscles in normal young people: statistical evaluation of reference values for clinical applications. *J Oral Rehabil*, 271–280.
- Ferrario VF, S. G. (2002). Relationship between the number of occlusal contacts and masticatory muscle activity in health young adults. *Cranio*, 91-8.
- Ferrario VF, T. G. (2006). The influence of occlusion on jaw and neck muscle activity: a surface EMG study in healthy young adults. *Journal of Oral Rehabilitation.*, 33:341–8.
- Ferreiro VF, T. G. (2006). The influence of occlusion on jaw and neck muscle activity: a surface EMG study in healthy young adults. *J Oral Rehabil*, 341-348.
- Galvez. (2012). Esguince cervical aguado: manejo psicofisiologico de la simetria muscular. *Psic Salud*, 22(1):141-152).
- Garcia L., E. D. (2011). *Diseño y Construcción de Electromiógrafo para el Registro de emg.* cdmx: centro de investigación y de estudios avanzados.
- Gutierrez, Q. (2000). *Miología. Cap!16. En!Anatomía humana! Vol!1 Aparato!tegumentario,!osteología!artrología!y!miología.* (37 ed.). Mexico: Porrua.
- Hox, J. (2002). *Multilevel analysis : techniques and applications.* Multilevel analysis : techniques and applications: Erlbaum.
- Humsi, M. N. (1989). The immediate effects of a stabilization splint on the muscular symmetry in the masseter and anterior temporal muscles of patients with a craniomandibular disorder. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 1(17), 10-14.
- Izquierdo, M. &. (2008). Efectos del envejecimiento sobre el sistema neuromuscular. *Archivos de Medicina del Deporte*, 299-306.
- J. Prosthodontics, T. A. (2015). The glossary of prosthodontic terms. *The Journal of prosthetic dentistry*, 31.
- Kulas AS, S. R. (2017). Bilateral quadriceps and hamstrings muscle volume asymetries in healthy individuals. *Orthop Res*, 6, 46-58.
- Liard, L. R. (2004). *Anatomia humana* (Cuarta edicion ed.). Buenos aires: Editorial medica Panamericana.
- Lund P, N. T. (1970). Postural activity in the muscles of mastication with the subjeet upright, inclined, and supine. *Scand J Dent Res*, 417-24.
- Merino J., N. M. (2019). Fisiología General. *Universidad de Cantabria Open Course*(1), 4-9.
- Mitani Y, F. (2006.). Evaluation of psychophysiological asymmetry in patients with fibromyalgia syndrome.. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, , pp. 31(3):217-225.
- Mitani Y, F. M. (2006). Evaluation of psychophysiological asymmetry in patients with fibromyalgia syndrome. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 31(3):217-225.
- Moyers. (1949). Temporomandibular muscle contraction patterns in Angle Class II, Division I malocclusion. *Am J Orthod.*, 37(6), 837–857.
- Moyers. (1949). Temporomandibular muscle contraction patterns in Angle Class II, Division I malocclusion.. *Am J Orthod.*, , 37(6), p. 837–857..
- Moyers. (1949). Temporomandibular muscle contraction patterns in Angle Class II, Division I malocclusion.. *Am J Orthod.*, , 37(6), p. 837–857.
- Naeije M, M. C. (1989). Electromyographic activity of the human masticatory muscles during submaximal clenching in the intercuspal posotion. *J Oral Rehabil*, 63-70.
- Nassar MS, P. M. (2012). The effect of a Lucia jig for 30 minutes on neuromuscular re-programming, in normal subjects. *Braz Oral Res.*, 530-5.
- Okeson. (1999). *“Tratamiento de la Oclusion y Afecciones Temporomandibulares”.* 5ta Ed. Capitulo 5, pags.113-118.
- Okeson J. P. (2008). *Tratamiento de oclusion y afecciones temporomandibulares.* Elsevier.
- Okeson, J. P. (2008). *Tratamiento de oclusion y afecciones temporomandibulares* (Sexta edicion ed.). España: Elsevier.
- Okeson, J. P. (2015). Evolution of occlusion and temporomandibular disorder in orthodontics: past, present and future. *J Orthod Dentofacial*, 216-23.

- Pereira LJ, G. M. (2004). Tomographic evaluation of TMJ in adolescents with temporomandibular disorders. *Braz Oral Res.* , 208-14.
- Ramfjord SP, A. M. (1995). "Occlusion.". Philadelphia: Saunders: Fourth edition. , 85-110.
- Ramsay, J. O. (2002). *Applied functional data analysis : methods and case studies*. New York; London: Springer.
- Rodriguez D, P. G. (2002). Asimetría debida a una mayor actividad en la hemiarcada derecha durante el movimiento facial deliberado no emocional. *Rev. Mexicana Psicología*, 17-22.
- Rodriguez D, P. G. (2002.). Asimetría debida a una mayor actividad en la hemiarcada derecha durante el movimiento facial deliberado no emocional. . *Rev. Mexicana Psicología*, , 17-22.
- Roth. (1981). Functional Occlusion for the Orthodontist. *J Clin;* 15(1), 32-51.
- S Peck, L. P. (1991). Skeletal asymmetry in esthetically pleasing faces. *The Angle Orthodontist*.
- Schmitt LC, P. M. (2012). The impact of quadriceps femoris strength asymmetry on functional performance at return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. . *J Orthop Sports Phys Ther*.
- Schmitt LC, P. M. (2015). Strength asymmetry and landing mechanics at return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Med Sci Sports Exerc*.
- Smouse, L. &. (1993). Multivariate fluctuating asymmetry in Israeli. *Hum. Biol.* , 65:547-578.
- StataCorp. (2015). *Stata Statistical Software: Release 14*. College Station, TX: Statacorp Ip.
- tagliaferro. (2010). *filosofía roth williams. diagnóstico ortodóntico y desprogramación neuromuscular* (20-36 ed.). caracas: tesis.
- Throckmorton GS, B. P. (2001). Changes in the masticatory cycle following treatment of posterior unilateral crossbite in children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 120.
- Throckmorton GS, B. P. (2001.). Changes in the masticatory cycle following treatment of posterior unilateral crossbite in children.. . *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, p, 120.
- Thuan T.T.Dao, G. J. (1994). The efficacy of oral splints in the treatment of myofascial pain of the jaw muscles: a controlled clinical trial. . *PAIN* , 85-94.
- White, H. (1980). "A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test". *Econometrica*, 817–38.
- Wieczorek A, L. J. (2017). Relationship between occlusal force distribution and the activity of masseter and anterior temporalis muscles in asymptomatic young adults. *Biomed Res Int*, 19-23.
- Williams, R. (2010). Material Dr. Kazumi I. *International. Society of Orthodontics.*, http://www.rwiso.org/dental_professionals.html 9-20.
- Wilson PH, B. A. (2004). Recording the retruded contact position: a review of clinical techniques. . *Br Dent Journal*, 395-402.

Anexos

Anexo 1: Descripción de medición e interpretación de variables cefalométrico

Anexo 2: Consentimiento informado

Anexo 3: Instrumento de recolección de información clínica

Anexo 4 Instrumento de recolección de actividad electromiográfica

Anexo 1 Descripción de medición e interpretación de variables cefalométrica

Variable	Definición operacional	Escala
Crecimiento mandibular	Medida porcentual estimada por la relación entre la altura facial posterior y altura facial anterior; categóricamente determinado. (54%-58% Crecimiento vertical, 64%-80% Crecimiento horizontal y 59% a 63% Crecimiento Neutro) con el análisis cefalométrico de Jarabak realizado en las radiografías laterales de cráneo con el programa JOE. (Barahona, 2006)	Vertical Neutro Horizontal
Deflexión craneal	Medida de la distancia en el punto nasion, silla y articular medida en grados, categóricamente determinado ($123^{\circ} \pm 5$ Clase I, $\leq 118^{\circ}$ Clase III, $\geq 128^{\circ}$ Clase II) con el análisis cefalométrico de Jarabak realizado en las radiografías laterales de cráneo con el programa JOE.	Clase I Clase II Clase III
Posición mandibular	Medida del patrón de crecimiento anterior del paciente medido en milímetros del plano NA-Me categóricamente determinado ($143^{\circ} \pm 6$ Clase I, $\leq 137^{\circ}$ Prognata, $\geq 149^{\circ}$ Retrógnata) con el análisis cefalométrico de Jarabak realizado en las radiografías laterales de cráneo con el programa JOE.	Normal Retrognatismo mandibular Prognatismo mandibular
Morfología mandibular	Medida en grados del patrón esquelético determinado por la posición mandibular y la relación con la altura de la cara, estimada con base a la distancia entre el punto articular, gonion y mentón categóricamente determinado ($138^{\circ} \pm 7$ Normal, $\leq 131^{\circ}$ Corta, $\geq 145^{\circ}$ Larga) con el análisis cefalométrico de Jarabak realizado en las radiografías laterales de cráneo con el programa JOE.	Normal Cara corta Cara larga
Dirección de crecimiento cráneo facial	Medida en grados resultante de la dirección de crecimiento en sentido anteroposterior, estimada por la suma de los ángulos: silla, articular y gonia categóricamente determinado (52-55% Mesofacial, $\geq 55\%$ Braquifacial, $\leq 52\%$ Dolico facial) Crecimiento horizontal y 59% a 63% Crecimiento Neutro) con el análisis cefalométrico de Jarabak realizado en las radiografías laterales de cráneo con el programa JOE.	Dolico facial Mesofacial Braquifacial
Maloclusión esquelética	Medida en milímetros de la distancia entre el punto A y punto B categóricamente (1-3mm Clase I, ≤ 1 mm Clase III, ≥ 3 mm Clase II) determinado con el análisis cefalométrico de Jarabak realizado en las radiografías laterales de cráneo con el programa JOE.	Dolico facial Mesofacial Braquifacial
Biotipo facial	Medida porcentual determinada por el cociente de las medidas lineales de altura facial anterior (distancia entre los puntos nasion y mentón medido en milímetros) dividido entre altura facial posterior (distancia entre los puntos silla y gonion medido en milímetros) categóricamente determinado (105-120mm Mesofacial, ≥ 120 Dolico facial, ≤ 105 Braquifacial) con el análisis cefalométrico de Jarabak realizado en las radiografías laterales de cráneo con el programa JOE.	Dolico facial Mesofacial Braquifacial



Anexo 2
CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO
PARA PARTICIPAR EN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN ODONTOLÓGICA.



Título del proyecto: Evaluación de los cambios de la diferencia de la actividad electromiográfica de los músculos maseteros durante la terapia de desprogramación en ortodoncia

Investigador principal: C.D.E.O. Claudia Ivonne Rodríguez Castañeda

Investigador corresponsable: Dr. Fernando Ángeles Medina

Sede donde se realizará el estudio: Clínica de Ortodoncia de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI) de la Facultad de Odontología, UNAM.

Se les está invitando a participar en este estudio de investigación odontológica. Antes de decidir sobre su participación, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto para ayudarlo aclarando sus dudas al respecto. Una vez que haya leído esta carta de consentimiento y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

Es común en los pacientes de ortodoncia que los músculos estén afectados por la posición dental. La terapia de desprogramación muscular, es la primera etapa del tratamiento de ortodóntico, es sencilla y ha mostrado ser eficaz para disminuir los signos y síntomas musculares producidos por la maloclusión. Consiste en el uso diario de un aparato llamado férula oclusal. Usted, junto con otros pacientes de la clínica de Ortodoncia DEPeI, UNAM, tendrá el beneficio de recibir la férula para la terapia, será supervisado por los doctores responsables de la técnica en la clínica de ortodoncia y por la persona responsable del presente proyecto. Algunos pacientes, como usted, fueron seleccionados para evaluar la eficacia de este método mediante electromiografía. La electromiografía es un estudio de diagnóstico no doloroso que mide la actividad de sus músculos superficialmente. Los estudios serán gratuitos y se realizarán en el laboratorio de Fisiología de la DEPeI, UNAM en este posgrado. Los participantes serán revisados (ocho veces) por el responsable del estudio, durante la primera etapa del tratamiento tiene una duración aproximada de dos meses. Asimismo, a usted se le realizará una entrevista y una evaluación clínica para conocer su estado de salud bucal general.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo del estudio al que les estamos invitando a participar es: Evaluar los cambios de los músculos mediante el uso de electromiografía para saber cuándo usted está listo para colocarle sus Brackets.

BENEFICIOS DEL ESTUDIO

Obtener esta información nos será útil para evaluar los cambios en la actividad muscular con la terapia, optimizando el diagnóstico y la planificación del tratamiento ortodóntico.

PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO

En caso de aceptar participar en el estudio se le realizarán preguntas sobre su edad, sexo, presencia de enfermedades y dolor. Se le realizará una revisión bucal para observar la posición de

sus dientes, y se revisara su estudio ortodóntico que le solicitaron previamente para ingresar a la clínica.

Se realizarán 8 registros electromiográficos (cada 2 semanas), durante dos meses a partir del día que se le coloque el aparato y los días que se le programe cita para ajustarlo.

RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, investigación se clasifica con Riesgo Mínimo, ya que no reporta efectos adversos y hace uso de procedimientos comunes.

PROCEDIMIENTO DE REGISTRO ELECTROMIOGRÁFICO

Se realizarán en el laboratorio de fisiología, se le sentara en el sillón dental y limpiaremos su cara para colocarle 3 electrodos adheribles sobre la piel de su mejilla derecha e izquierda. Posterior a esto se le pedirá que muerda durante 30 segundos mientras la computadora registrara todo y usted podrá verlo mediante una pantalla.

USTED DEBE SEGUIR LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES PARA LA TERAPIA MUSCULAR:

El aparato deberá usarlo las 24 horas del día y solo deberá quitárselo para comer y cepillarse los dientes. El aparato deberá lavarlo dos veces al día (mañana y noche) con jabón de manos líquido y **NO** Tallarlo con el cepillo para que no se raye ni opaque.

Se recomienda usarlo el tiempo que se le indica y no faltar a sus citas de revisión para no posponer la colocación de los Bracketts.

ACLARACIONES

La decisión de que usted participe en el estudio es completamente voluntaria.

No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.

Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee.

No tendrá que hacer gasto alguno para participar en el estudio.

En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información sobre el mismo al investigador.

La información de identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores, por lo cual su nombre será reemplazado por un número de folio.

Usted no desarrollará ningún efecto adverso secundario debido a la participación en este estudio.

Mediante el procedimiento de revisión si usted presenta algún problema, se le hará saber el diagnóstico.

La participación en este proyecto no implica la provisión de servicio dental gratuito o apoyo para el tratamiento de ortodoncia.

Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado anexa a este documento.

En caso de tener cualquier duda relacionada con el procedimiento de este estudio, usted puede comunicarse con la Dra. Claudia Ivonne Rodríguez Castañeda al teléfono: 5548822652

POR FAVOR CONSERVE ESTA HOJA

POR FAVOR CONSERVE ESTA HOJA

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos.

Convengo en participar en este estudio de investigación.

Recibí una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Nombre y Firma del participante

Fecha

Domicilio:

Teléfono: _____

Nombre y Firma del Testigo 1

Fecha

Nombre y Firma del Testigo 2

Fecha

Esta parte debe ser completada por el Investigador:

He explicado al Sr(a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella. Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma del investigador

Fecha

Hoja para el investigador

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación.

Recibí una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Nombre y Firma del participante Fecha

Domicilio:

Teléfono: ____

Nombre y Firma del Testigo 1 Fecha

Nombre y Firma del Testigo 2 Fecha

Domicilio: ____

Esta parte debe ser completada por el Investigador:

He explicado al Sr(a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella. Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma del investigador Fecha

CARTA DE REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO BAJO INFORMACIÓN

En caso de que ya no desee continuar participando en el estudio por favor, llene la "CARTA DE REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO BAJO INFORMACIÓN" y hágala llegar al personal del proyecto de investigación.

Título del proyecto: **EVALUACIÓN ELECTROMIOGRÁFICA PARA DETERMINAR EL EQUILIBRIO NEUROMUSCULAR EN ORTODONCIA**

Investigador principal: Claudia Ivonne Rodríguez Castañeda

Investigador corresponsable: Dr. Fernando Ángeles Medina

Sede donde se realizará el estudio: Clínica de Ortodoncia de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI) de la Facultad de Odontología, UNAM.

YO ___ por medio de este conducto deseo informar mi decisión de retirarme de esta investigación.

Nombre y Firma del participante Fecha

Domicilio:

Teléfono: ____

Nombre y Firma del Testigo 1 Fecha

Relación con el participante: _____ Teléfono: _____

Domicilio: ____

Nombre y Firma del Testigo 2 Fecha

Relación con el participante: _____ Teléfono: _____

Domicilio: ____

Anexo 3
Instrumentos de recolección de información clínica

Paciente: _____ Folio: _____

Edad: _____ Género: _____ Fecha _____

Variable	Escala de medición	Paciente
Crecimiento mandibular	Vertical Neutro Horizontal	_____
Deflexión craneal	Clase I Clase II Clase III	_____
Posición mandibular	Normal Retrognatismo mandibular Retrognatismo mandibular	_____
Morfología mandibular	Normal Cara corta Cara larga	_____
Dirección de crecimiento cráneofacial	Dolicofacial Mesofacial Braquifacial	_____
Maloclusión esquelética	Dolicofacial Mesofacial Braquifacial	_____
Biotipo facial	Dolicofacial Mesofacial Braquifacial	_____
Dolor miofascial	Si No	_____
Índice de masa corporal (IMC)	Bajo peso Sobrepeso Obesidad	_____

Anexo 4
Instrumento de recolección de actividad electromiográfica

Nombre del paciente: _____

Folio del paciente:

--	--

Registro	MÚSCULO MASETERO DERECHO				MÚSCULO MASETERO IZQUIERDO			
	Root mean square (RMS)	Constante EMG	Pendiente EMG	Coeficiente de correlación (CC)	Root mean square (RMS)	Constante EMG	Pendiente EMG	Coeficiente de correlación (CC)
EMG basal	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$
1° EMG	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$
2° EMG	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$
3° EMG	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$
4° EMG	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$
5° EMG	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$
EMG final	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$	_____ $\mu\text{v.}$