



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS,
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
INSTITUTO MÉXICANO DEL SEGURO SOCIAL

EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS ELECTROMIOGRÁFICOS EN LOS MÚSCULOS MASETERO Y TEMPORAL EN PACIENTES CON PROGNATISMO ANTES Y DESPUÉS DE LA CIRUGIA ORTOGNÁTICA.

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS CLÍNICAS

PRESENTA:

CMF Hilda González Olivares

Tutor UNAM: Dr. Fernando Ángeles Medina

División de Estudios de Posgrado e Investigación. Facultad de Odontología

Tutor IMSS: Dr. Luis Javier Jara Quezada

Director de Educación e Investigación de la Unidad Médica de Alta Especialidad. Hospital de Especialidades. Centro Médico Nacional La Raza.

Asesor UNAM: Dr. Alberto Enrique Nuño Licona

División de Estudios de Posgrado e Investigación. Facultad de Odontología

Asesor IMSS: Mtro. Francisco López Saucedo

Cirujano Maxilofacial. Hospital de Especialidades. Centro Médico Nacional La Raza.

Ciudad de México mayo del 2017.



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.

DEDICATORIAS

Primeramente a Dios por darme la vida e iluminar mi camino en todo momento.

A mi mami porque sin ti no sería nadie, eres el pilar fundamental de mi vida, gracias por estar siempre apoyándome incondicionalmente, por todo tú amor y sacrificio, por alentarme a ser cada día mejor.

A mi papi por todos tus sabios consejos, por tu comprensión e impulsarme a cumplir mis sueños.

A mi hija Ana Sofía porque eres mi mayor inspiración para ser cada día mejor.

A mi esposo Bayron por existir y darme tan bella hija, además de motivarme a seguir adelante.

A mi maestro Francisco López Saucedo por ser mi guía y fomentar en mí el deseo de realizar investigación en cirugía maxilofacial.

Al Dr. Fernando Ángeles por creer en este proyecto de investigación y darme siempre todas las facilidades para llevarlo a cabo.

INDICE

	PÁGINA
1. RESUMEN.....	4
2. ANTECEDENTES.....	8
• Clasificación de Angle para maloclusiones.....	9
• Deformidades faciales dentoesceléticas.....	10
• Prognatismo	11
• Cirugía Ortognática.....	12
• Función masticatoria.....	13
• Electromiografía	15
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
4. JUSTIFICACIÓN.....	20
5. HIPÓTESIS.....	22
6. OBJETIVOS.....	23
7. MATERIAL Y METODOS.....	24
8. VARIABLES.....	28
9. RESULTADOS.....	31
10. DISCUSIÓN.....	44
11. CONCLUSIONES.....	49
12. REFERENCIAS.....	51
13. ANEXOS.....	56

RESUMEN

Introducción: El prognatismo es una deformidad esquelética asociada a discordancia maxilo-mandibular, lo que condiciona un perfil cóncavo. Los pacientes con prognatismo sufren cambios en los componentes del sistema masticatorio (oclusión dental, músculos de la masticación, entre otros). La cirugía ortognática es la única manera para corregir esta deformidad dentofacial en el adulto. La cirugía busca restablecer una adecuada función masticatoria, fonación y armonía facial. La evaluación de los cambios funcionales de los músculos de la masticación antes y después de la cirugía son escasos y discordantes. La electromiografía permite una evaluación cuantitativa de la actividad eléctrica muscular mediante la cual pueden ser medidos los cambios en los músculos de la masticación de pacientes prognatas sometidos a cirugía ortognática, con un enfoque funcional que tenga un impacto clínico. **Objetivo:** Evaluar y analizar los cambios electromiográficos en los músculos masetero y temporal antes de la cirugía ortognática, a los 3 y 6 meses después de la cirugía ortognática. **Materiales y Métodos:** Se realiza un estudio descriptivo, comparativo y longitudinal. Se inicia la recolección de una muestra consecutiva de 11 pacientes con diagnóstico de prognatismo que se encuentren en protocolo de cirugía ortognática en el CMN La Raza IMSS a partir de octubre del 2009. Se llevan a cabo mediciones electromiográficas antes y después del procedimiento quirúrgico correctivo en el Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Odontología de la UNAM para medir actividad muscular (amplitud pico-pico, promedio de amplitud y frecuencia) en contracción voluntaria máxima estandarizada por medio de electrodos

de superficie de los músculos masetero y temporal anterior. **Resultados:** La medición amplitud pico-pico en los músculos maseteros disminuye después de la intervención quirúrgica tanto a los tres meses como a los seis meses al realizar las pruebas estadísticas de Friedman y de Wilcoxon; encontramos diferencias significativas en las lecturas prequirúrgicas y postquirúrgicas ($p_{value} = 0.0001$). La amplitud promedio fue analizada mediante el estadístico W de Wilcoxon y no reporta diferencias prequirúrgicas y postquirúrgicas ($p_{value} = 0.769$). En los músculos temporales la medición amplitud pico-pico prequirúrgica comparada con la medición postquirúrgica en el sexto mes aumenta y al realizar el análisis estadístico de U- de Whitney y de Wilcoxon es estadísticamente significativo $p_{value} \leq 0.031$. En la variable promedio de amplitud, no existen muchos cambios postquirúrgicos al realizar prueba estadística U- de Whitney y de Wilcoxon no es estadísticamente significativo, $p_{value} \leq 0.769$. En ambos músculos la medición de la frecuencia no presenta cambios. **Conclusiones:** Podemos concluir en nuestro estudio que la actividad eléctrica en cuanto a la amplitud p-p en músculos maseteros disminuye después de la cirugía ortognática pero la amplitud promedio aumenta, no siendo significativa estadísticamente; mientras que la amplitud p-p en músculos temporales aumenta después de seis meses, invirtiéndose la actividad muscular de ambos músculos de la masticación, aumentando la actividad eléctrica de los temporales y disminuyendo la de los maseteros.

ABSTRACT

Introduction: Prognathism is a skeletal deformity associated with maxillo-mandibular discordance, which conditions a concave profile. Patients with prognathism undergo changes in the components of the masticatory system (dental occlusion, chewing muscles, among others). Orthognathic surgery is the only way to correct this dentofacial deformity in the adult. The surgery seeks to restore an adequate masticatory function, phonation and facial harmony. The evaluation of the functional changes of the chewing muscles before and after surgery are scarce and discordant. Electromyography allows a quantitative evaluation of the muscular electrical activity by means of measuring the changes in the chewing muscles of prognathous patients submitted to orthognathic surgery, with a functional approach that has a clinical impact. **Objective:** To evaluate and analyze electromyographic changes in the masseter and temporalis muscles before orthognathic surgery, 3 and 6 months after orthognathic surgery. **Materials and Methods:** A descriptive, comparative and longitudinal study was carried out. We begin the collection of a consecutive sample of 11 patients with diagnosis of prognathism that are found in protocol of orthognathic surgery in CMN La Raza IMSS as of October 2009. Electromyographic measurements are performed before and after the corrective surgical procedure in the Laboratory of Physiology of the Faculty of Dentistry of the UNAM to measure muscle activity (peak-peak amplitude, mean amplitude and frequency) in standardized maximal voluntary contraction by means of the colocation of surface electrodes of the masseter and anterior temporal muscles. **Results:** The peak-peak amplitude measurement in the masseter muscles decreases after surgery at both the

three months and six months when performing the Friedman and Wilcoxon statistical tests; We found significant differences in preoperative and post-surgical readings ($p_value = 0.0001$). The mean amplitude was analyzed using the Wilcoxon W statistic and did not report preoperative and post-surgical differences ($p_value = 0.769$). In the temporal muscles, the preoperative peak-to-peak amplitude measurement compared to the postoperative measurement in the sixth month increased and when performing the analysis Statistic of U- de Whitney and Wilcoxon is statistically significant ($p_value \leq 0.031$). In the mean amplitude variable, there are not many post-surgical changes when performing U-test Whitney and Wilcoxon is not statistically significant, ($p_value \leq 0.769$). In both muscles, the frequency measurement does not change. **Conclusions:** We can conclude in our study that the electrical activity in terms of pp amplitude in masseter muscles decreases after orthognathic surgery but the mean amplitude increases (not being statistically significant) and the pp amplitude in temporal muscles increases after six months by reversing the muscular activity of both mastication muscles increasing the electrical activity of the temporal and decreasing that of the masseters.

ANTECEDENTES

Un amplio porcentaje de la población presenta compromiso significativo de la oclusión maxilomandibular, a la que se denomina de manera genérica “maloclusión”. La maloclusión puede llegar a ser tan severa que puede afectar las proporciones faciales y condicionar *deformidad del maxilar y/o de la mandíbula* con el compromiso funcional que esto conlleva en la masticación, fonación y/o respiración. Las *deformidades dentoesqueléticas asociadas a maloclusión* pueden incluso interferir en la esfera psicológica de cada individuo, comprometiendo su entorno social. ^{1,2,3}

La maloclusión es el factor etiológico más común en las deformidades de los maxilares. La parte inferior de la cara más frecuentemente afectada por las proporciones de los arcos dentarios comprende a los labios, parte inferior de la nariz, las líneas nasolabiales, mentolabiales y el mentón. Existen 3 clases principales de maloclusión establecidas por la relación de los primeros dientes permanentes superiores e inferiores, siendo el molar superior el punto de referencia. La clasificación está basada en la relación mesiodistal de los dientes, arcos dentarios, maxilar y mandíbula. ^{1,4}

Clasificación de Angle para maloclusión.

Tipo de mal oclusión	Interpretación
Clase I	La cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente y la cúspide mesiolingual del primer molar superior permanente ocluye en la fosa del primer molar inferior permanente cuando el maxilar y la mandíbula están en reposo y los dientes se aproximan en oclusión central.
Clase II	La cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente ocluye en el espacio entre la cúspide mesiovestibular del primer molar inferior permanente y la cúspide vestibular del segundo premolar.
Clase III	La cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente ocluye en el espacio interdentario entre el primero y segundo molar inferior. La mandíbula se encuentra aumentada de tamaño y/o situada mesialmente en un grado anormal.

La maloclusión es un trastorno de mal posición dental, que puede estar relacionado con las deformidades dento-esqueléticas.⁴ El patrón facial esquelético (perfil facial) puede ser ortognático, retrognático y prognático. En el patrón ortognático la relación de los huesos de la cara, maxilar y mandíbula se encuentran en armonía uno con otro, condicionando un perfil recto.

En el patrón retrognata la mandíbula se encuentra en retroposición respecto al maxilar. El maxilar es de mayor tamaño que la mandíbula, condicionando un perfil facial convexo. El retrognatismo se encuentra frecuentemente asociado con apnea del sueño.

El patrón prognata implica un mayor crecimiento de la mandíbula respecto al maxilar, condicionando un patrón facial cóncavo. El prognatismo puede estar asociado a trastornos de función masticatoria, de fonación y respiratorios.

Aproximadamente el 10% de la población presenta una maloclusión tipo II, de los cuales, el 1% requiere avance quirúrgico de la mandibular para corregir la deformidad esquelética que dicha mal oclusión condiciona. Por otro lado, la mal oclusión tipo III puede ocurrir en el 4% de la población, con un 40% de casos lo suficientemente severos desde un punto de vista tanto funcional como estético como para requerir corrección quirúrgica. ⁵

Deformidades faciales dento-esqueléticas

La maloclusión y las deformidades faciales esqueléticas asociadas pueden ser *adquiridas o del desarrollo*. Las *deformidades adquiridas* resultan de influencias externas (traumáticas, por ejemplo) que alteren la morfología facial. Las *deformidades del desarrollo* resultan del crecimiento anormal de estructuras de la cara. El crecimiento de los huesos de la cara ocurre en respuesta al de los tejidos blandos adyacentes y a la demanda funcional del hueso implicado (teoría de la matriz funcional) .^{1,5}

La dirección general del crecimiento de la cara se dispone hacia abajo y hacia adelante. Tanto el maxilar como la mandíbula aparentan crecer por aposición y reabsorción de hueso, que producen cambios morfológicos en estas dos direcciones. Enlow define a este fenómeno como *transposición por áreas* con un complejo maxilomandibular que crece “en V” hacia abajo y hacia adelante. Las alteraciones en el patrón o ritmo de crecimiento resultan en una maloclusión, deformidad facial esquelética o ambas.^{5,6}

Prognatismo

El prognatismo es una deformidad dentoesquelética que presenta un patrón hereditario traducido en una tendencia familiar que sugiere un componente genético. Uno de los ejemplos históricos más relevantes de esta condición se conoce como “*mandíbula de los Habsburgo*” en la cual podemos apreciar cómo los retratos de padres e hijos mantienen el mismo tipo de mandíbula a través de generaciones.

Los factores ambientales también juegan un rol importante en la etiología de esta condición como por ejemplo, la presencia de trastornos respiratorios, respiración bucal o posturas anormales de la lengua y los labios durante la etapa de crecimiento y desarrollo.⁶

El prognatismo se ha descrito clásicamente como una deformidad asociada a deficiencia maxilar en sentido vertical y anteroposterior que produce una rotación anterior mandibular. Frecuentemente el camuflaje dental mediante la ortodoncia no da el resultado esperado para resolver este problema.⁷

Los individuos con prognatismo clínicamente presentan un alargamiento vertical o anterior de la parte inferior de la cara, prominencia del tercio inferior facial, labio superior corto, hundimiento de senos maxilares, todo lo que condiciona un perfil cóncavo.⁵

La cirugía ortognática es la única manera para corregir esta deformidad dentofacial en el adulto. Entre todas las deformidades faciales los pacientes con prognatismo son los más operados. Aproximadamente el 40% de la cirugía ortognática realizada en los hospitales públicos se deben a problemas de prognatismo.^{5,8}

Cirugía Ortognática

La cirugía ortognática no solamente implica un cambio en aspectos morfológicos; también en aspectos funcionales. Uno de los objetivos de la cirugía ortognática es mejorar la fuerza de la mordida y la función masticatoria.^{8,9,10}

La osteotomía sagital bilateral de rama mandibular representa la técnica más frecuentemente utilizada en cirugía ortognática para reducción de prognatismo mandibular en casos donde el prognatismo es de 3mm a 9 mm. Esta puede manejarse con osteosíntesis por medio de fijación rígida o en ocasiones fijación intermaxilar (cierre por medio de ligas en el maxilar y la mandíbula); a diferencia de la osteotomía oblicua subsigmoidea intraoral, donde se coloca únicamente fijación intermaxilar; técnica que se utiliza cuando el prognatismo supera los 9 mm.^{9,10}

La osteotomía oblicua subsigmoidea intraoral de la rama mandibular tiene como desventaja la duración de la fijación maxilo-mandibular, pero tiene como ventaja la

baja incidencia de parestesia del dentario inferior; sin embargo, refiere que al iniciar ejercicios posteriores a la fijación intermaxilar mejora la actividad masticatoria.¹¹

Los pacientes prognatas sufren cambios en los componentes del sistema masticatorio (oclusión dental, músculos de la masticación, mandíbula y maxilar).^{12,13}

Al comparar pacientes prognatas con individuos que presentan una adecuada armonía dentofacial y oclusión dental, encontramos que tienen disminución en la actividad electromiográfica de los músculos masticatorios, una fuerza oclusal menor, pocos contactos oclusales y deficiencia masticatoria.^{14,15} Los motivos que condicionan estos valores disminuidos de función muscular no han sido identificados de manera definitiva. Algunos investigadores sostienen que los individuos con deformidades faciales tienen una menor motivación para generar fuerza asociada además de lo anteriormente mencionado a un factor psicológico.¹⁴

Función Masticatoria

Basado en la posibilidad de una alteración entre la forma facial y la función, los *músculos de la masticación* han sido ampliamente estudiados en individuos con diferentes características faciales verticales. Esta función y anatomía han sido evaluados por electromiografía (EMG), exámenes de fuerza oclusal, el grosor de los músculos por tomografía computada, ultrasonido, resonancia magnética, además de la evaluación inmunohistoquímica de las fibras musculares.¹⁵

Existen diferentes maneras de evaluar la *función masticatoria*. Entre ellas tenemos: la actividad electromiográfica de los músculos de la masticación, la evaluación de la eficiencia masticatoria, prueba de fuerza oclusal y/o mediante la medición del número de contactos oclusales.^{16,17}

Raustia et al , realizaron un estudio en el cual evaluaron los cambios en la actividad eléctrica de los músculos masetero y temporal después de la osteotomía sagital bilateral de mandíbula realizando osteosíntesis con tornillos o miniplacas utilizando fijación intermaxilar por 16 días aproximadamente en todos los casos. Midieron la función de los músculos masetero y temporal anterior por medio de electromiografía de 18 pacientes con dentición completa (13 mujeres, 5 hombres), con una edad promedio de 29 años (rango de 18-42 años) antes de la cirugía ortognática, seis semanas, 3 meses, uno y dos años después. Los diagnósticos fueron prognatismo 12/18 y retrognatismo 6/18. Se llevó a cabo la osteotomía sagital de rama mandibular bilateral y el desplazamiento promedio fue de 6 mm (rango 3 - 10 mm) en pacientes con hiperplasia mandibular y 9 mm (rango entre 6- 10mm) en pacientes con hipoplasia mandibular. La actividad muscular fue expresada en $\mu\text{V/s}$ y calculada por los registros obtenidos durante 10 segundos en la fase de máxima intercuspidadación y 15 segundos en la fase de masticación. Los resultados mostraron que la actividad eléctrica en los músculos masetero y temporal anterior disminuyó durante la contracción voluntaria máxima a las 6 semanas después de la cirugía aproximadamente $-400 \mu\text{V/s}$ en los maseteros y $-200 \mu\text{V/s}$ en los temporales, tomando como medida basal 0 antes de la cirugía. La disminución en la amplitud puede ser atribuida a inmovilización maxilomandibular postquirúrgica o a la manipulación quirúrgica de los músculos. La amplitud se incrementó después de un año de la cirugía en los músculos maseteros $400 \mu\text{V/s}$, y en los músculos temporales hasta $600 \mu\text{V/S}$ en la contracción voluntaria máxima. Estos valores se mantuvieron igual al ser medidos después de dos años, lo que demuestra que tal cambio no se debió a la inmovilización, sino que era un cambio persistente posterior a la cirugía. ¹²

Se ha observado en algunos estudios que el cambio en la fuerza de la mordida y en la actividad eléctrica de los músculos de la masticación durante el periodo postoperatorio, lo que sugiere que el cambio se debe a que existe una adaptación a la nueva oclusión dental y la relación maxilomandibular ^{9,12,13,14,18}, la cual mejora gradualmente en un período que inicia a partir de los 6 meses cuando la actividad eléctrica aumenta en los músculos de la masticación durante la oclusión máxima y en posición intercuspídea. Esto se puede relacionar a que existe un incremento en los números de pares de dientes que ocluyen, a la corrección de la hiperplasia mandibular y, en consecuencia, que durante este tiempo los músculos de la masticación pudieron recuperar su estado de equilibrio, lo cual traduce una actividad mioeléctrica estable. ¹⁹

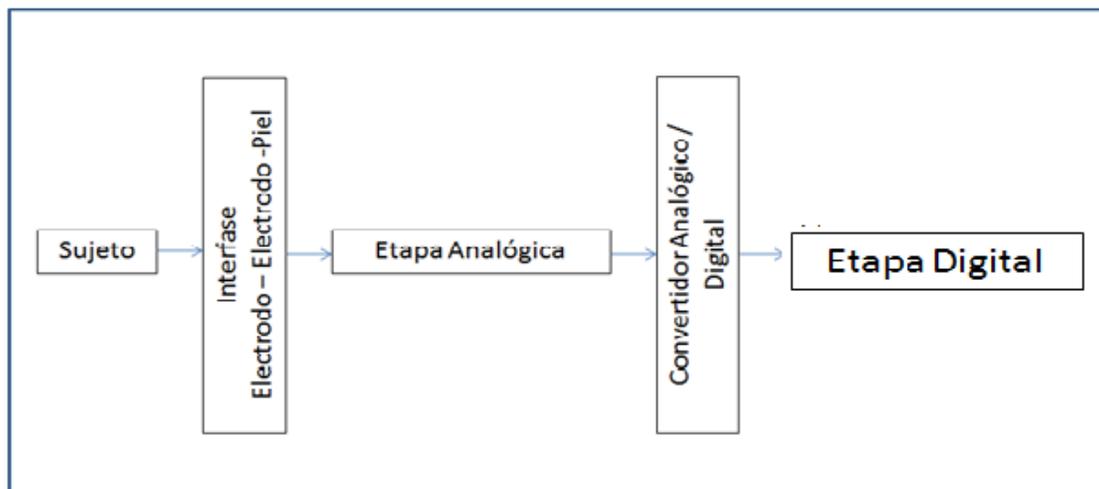
Aunque uno de los mayores objetivos de la cirugía ortognática es el de mejorar la función masticatoria, la literatura contiene poca información sobre las comparaciones postoperatorias de la función mandibular y de los posibles cambios en el registro electromiográfico de los músculos de la masticación. ²⁰

Electromiografía

La electromiografía es un registro aleatorio de potenciales de acción que se obtienen extracelularmente y que son generados por fibras musculares que realizan un trabajo mecánico específico. El registro proporciona una idea de la actividad neuromuscular asociada a una contracción, pero no indica necesariamente la fuerza desarrollada por el músculo, sino que indica cuál músculo se encuentra mayormente activado por el sistema nervioso central e indirectamente qué músculo presenta un rol protagónico en una función particular (Figura1). Las características más

importantes de la señal son la frecuencia y la amplitud. (Figura 2) Para evaluar los componentes de la frecuencia de la señal electromiográfica se realiza una gráfica de potencia vs frecuencia que se denomina análisis espectral.^{21,22}

Figura 1. Sistema de adquisición de señales electromiográficas.



(1) Sujeto: es el tejido donde se genera la señal EMG (2) Interfase: electrodo-electrolito – piel (3) Etapa analógica: se realiza amplificación y filtrado (4) Conversor A/D: convierte la señal EMG (5) Etapa Digital. Tomado y modificado de: Caballero K, et.al. Conceptos básicos para el análisis electromiográfico. Revista CES Odontología 2002; 15 (1).²²

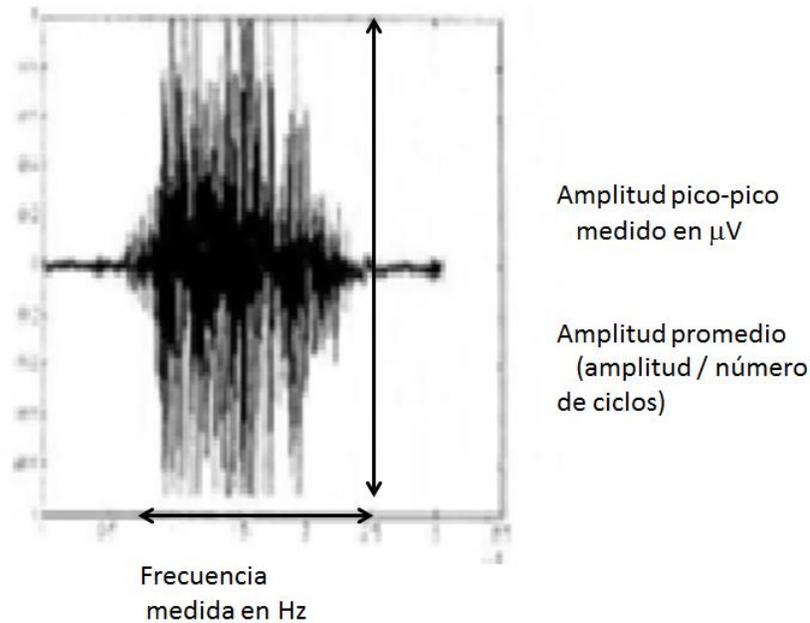


Figura 2 .Respuesta motora electromiográfica. La amplitud son las desviaciones positivas y negativas en el sentido Y. La frecuencia es el número de respuestas por segundo en el eje X. Tomado y modificado de: Caballero K, et.al. Conceptos básicos para el análisis electromiográfico. Revista CES Odontología 2002; 15 (1).²²

La electromiografía como técnica de diagnóstico reproducible, sensible y específica ha permitido grandes progresos en el estudio de la fisiología muscular, pero su uso ha sido limitado debido al gran número de equipos requeridos para la técnica, los costos, la falta de divulgación del procedimiento y en algunos casos, a la renuencia de cambiar de la observación a la cuantificación en diversas situaciones clínicas odontológicas. Algunos investigadores clínicos emplean la electromiografía para detectar la hiperactividad, los espasmos, trastornos musculares como bruxismo, la posición de reposo mandibular y la posición oclusal.^{22,23,24,25}

La electromiografía se ha utilizado para evaluar los músculos masticatorios antes, durante y después del tratamiento con aparatos ortopédicos para estudiar el dolor muscular generado con estos aparatos y su eficacia. Algunos estudios han utilizado esta técnica para observar cambios en la actividad muscular antes y después de

intervenciones quirúrgicas en pacientes con retrognatismo y prognatismo de manera indistinta.^{22,23,25} Las variaciones electromiográficas después de realizar la cirugía ortognática se deben al cambio del vector de fuerza del músculo, al origen de las inserciones musculares y al aumento en número de puntos de contacto, lo que probablemente lleva a un restablecimiento de la estabilidad muscular que se ve traducida en una actividad mayor.^{27,28}

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La electromiografía es una herramienta que puede resultar muy útil para analizar la fuerza y la función de los músculos de la masticación después de realizar un procedimiento quirúrgico como la cirugía ortognática en pacientes con una deformidad dentofacial como el prognatismo por lo que nos preguntamos:

¿Cuáles serán los cambios en los registros electromiográficos respecto a la amplitud de onda, amplitud P-P y frecuencia del potencial de acción de la unidad motora en los músculos maseteros y temporales, antes y después de tres y seis meses de realizar la cirugía ortognática en pacientes con prognatismo?

JUSTIFICACION

El prognatismo es una deformidad dentofacial que tiene una prevalencia a nivel mundial del 4%, que trae como consecuencia una deficiencia en la función masticatoria, dolor en la articulación temporomandibular y problemas sociales condicionados por el aspecto estético de los pacientes. La única manera de corregir esta deformidad es mediante la cirugía ortognática. Aproximadamente el 40% de la cirugía ortognática realizada en hospitales públicos se deben a problemas de prognatismo siendo la deformidad más operada en relación con las otras deformidades dentofaciales. En las Instituciones de Salud Pública los pacientes son dados de alta sin evaluar los cambios que presentan después de realizar la cirugía ortognática, sin tener un seguimiento objetivo sobre la función masticatoria (que es la razón fundamental de este procedimiento quirúrgico ya que se trata de una cirugía encaminada a mejorar la función), por lo que es importante poder evaluar la función muscular masticatoria desde un punto fisiológico. Debido a que la contracción muscular es un fenómeno químico que genera efectos eléctricos, es que la electromiografía puede ser utilizada como herramienta para evaluar la función neuromuscular de los músculos de la masticación (maseteros y temporales) en los pacientes con prognatismo, antes y después de la intervención quirúrgica.

Existen escasos estudios sobre la actividad eléctrica de los músculos de la masticación en deformidades dentofaciales como el prognatismo y la respuesta después de realizarles cirugía ortognática y en los estudios que existen hay mucha variabilidad entre ellos. El resultado de este estudio puede servir para ayudar a valorar los cambios que pueden existir en la actividad eléctrica de los músculos maseteros y temporales después de realizar una cirugía ortognática, poder

cuantificar por medio de la electromiografía la capacidad funcional de los músculos de la masticación. Y esto nos podrá ayudar a establecer si fuera necesaria en el futuro alguna terapia miofuncional antes y después de la cirugía ortognática ayudando a evitar que existan recidivas de este padecimiento.

HIPOTESIS DE TRABAJO

En los pacientes con prognatismo se espera que tres meses después de la cirugía ortognática disminuya la amplitud de onda y la amplitud P-P respecto a la medición prequirúrgica. Se espera que la actividad eléctrica de los músculos masetero y temporal aumente en amplitud de onda y amplitud P-P a los seis meses después de la cirugía ortognática. Se esperan cambios en la frecuencia a los tres y seis meses después en la contracción voluntaria máxima.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los cambios electromiográficos de los músculos masetero y temporal en pacientes con prognatismo antes y después de la cirugía ortognática.

ESPECÍFICOS

Analizar los registros en amplitud promedio, amplitud p-p y frecuencia del potencial de acción de unidad motora de los músculos masetero y temporal antes y después de la cirugía ortognática en pacientes con prognatismo durante la contracción voluntaria máxima.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realiza un estudio descriptivo, comparativo y longitudinal. Se incluyeron hombres y mujeres mayores de 18 años con diagnóstico de prognatismo que tuvieran tratamiento de ortodoncia prequirúrgica, aceptaran participar en el estudio y firmaran la carta de consentimiento informado. Fueron excluidos los pacientes que tuvieran antecedentes de fractura mandibular, hiperplasia condilar, laterognasia o alguna cirugía ortognática previa. Se eliminaron aquellos pacientes que no acudieron a una medición.

El tamaño de muestra se calculó siguiendo lo propuesto por Kobayashi, Honma, Shingaki & Nakajima (2001) para comparar medias considerando los siguientes valores para una prueba de dos colas y un nivel de significancia $\alpha = 0.05$. La prueba estadística consideró: a) un valor $Z_{\frac{\alpha}{2}} = 1.96$. b) Una prueba $Z_{\beta} = (0.20) \cdot (1 - \beta) \cdot (1 - 0.20) = 0.842$. c) Una desviación estándar $s = 3033 \mu V/s$. d) Una varianza $s^2 = 9199089$. e) Un valor mínimo de la diferencia que se desea detectar $d^2 = (3689)^2 = 13608721$.

Sustituyendo los valores a la fórmula:

$$N = \frac{2(1.96 + 0.842)^2(9199089)}{13608721} = 10.6 \approx 11 \text{ pacientes requeridos para el estudio}$$

Esperando un 20 % de pérdidas durante el estudio da un total de 13 pacientes.

Se seleccionaron a los pacientes que se encontraban en la clínica de cirugía ortognática en Hospital de Especialidades CMN “La Raza”, con diagnóstico de prognatismo a los pacientes en protocolo de cirugía ortognática llegando durante los dos años del estudio un total de 26 pacientes de los cuales solamente participaron 15 pacientes, los otros 11 pacientes restantes, 4 no cumplían con los criterios de inclusión para el estudio, a 2 pacientes se les realizó otro tipo de cirugía ortognática y los otros 5 pacientes no tenían tiempo de acudir a las mediciones en el laboratorio de fisiología en la UNAM. A los 15 pacientes que aceptaron participar en el estudio y que cumplían con los criterios de inclusión acudían al Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Odontología de la UNAM, donde se les realizó el estudio electromiográfico antes de la cirugía ortognática y después de la misma: tanto a los 3 meses como a los 6 meses. Después de haber realizado la cirugía ortognática 4 pacientes ya no acudieron a las mediciones postoperatorias por lo cual el grupo de estudio quedó solamente con 11 pacientes lo cual correspondía al número mínimo que se requería para el estudio.

Para el registro electromiográfico se colocaron los electrodos de superficie de acuerdo a las guías de Castroflorio et al.²⁹. Para los maseteros, los electrodos se colocaban siguiendo una línea del canto externo del ojo al gonion, y para los temporales se realizan dos líneas de referencia: la primera a 20° de inclinación del borde posterior de la mandíbula y una línea tangente del canto externo a la parte superior del pabellón auricular. (Figura 3)

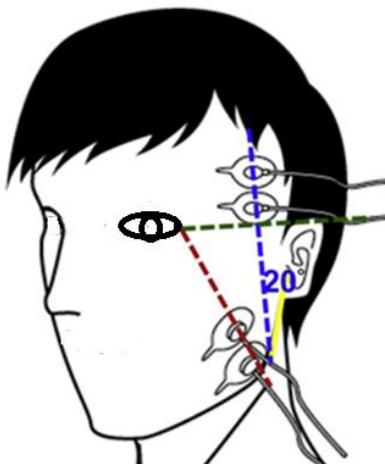


Figura 3. Posición de los electrodos para el registro electromiográfico de los maseteros y músculos temporales. Tomado y modificado de Castroflorio T, et.al. Surface EMG of jaw elevator muscles: effect of electrode location and inter-electrode distance. J Oral Rehabil.

Antes de colocar los electrodos de superficie, la piel que cubre a los músculos se limpiaba con alcohol para impedir la interferencia eléctrica, se colocó un gel conductor para mejorar el contacto eléctrico entre la piel y el electrodo de registro, posteriormente los electrodos eran conectados en la consola para el registro electromiográfico.

El registro se realizó por medio de un electromiógrafo de la marca Biopack de 4 canales. En los canales 1 y 3 se registraba directamente la señal EMG conocida como patrón de interferencia (PI), y de ahí se deriva al mismo tiempo la señal para que pase al integrador de los canales 2 y 4 respectivamente y así obtener de manera simultánea al registro integrado (I). Cada canal se calibra previamente con una señal de 100 microvolts. A cada sujeto se les indicaba que apretara todos sus dientes en contracción voluntaria máxima durante 30 segundos. Se realizaba la

medición de los músculos maseteros y después de un período de descanso de 2 minutos se realizaba la medición de los músculos temporales. (Figura 4)

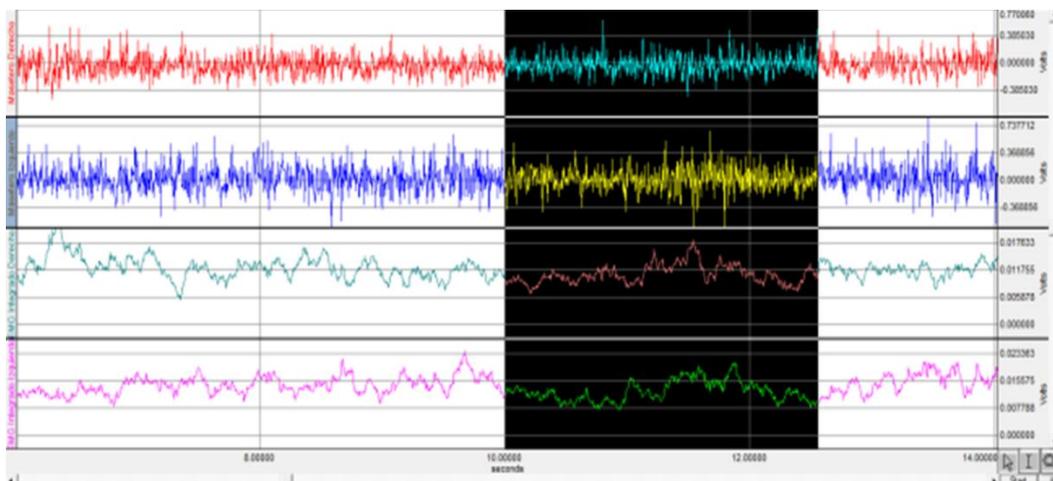


Figura 4. Gráfica del registro electromiográfico obtenido en los músculos maseteros por contracción voluntaria máxima sostenida durante 30s. Se evaluó la respuesta en los 10s intermedios de contracción (resaltado en negro), Canal 1 y 3, maseteros derechos. Canal 2 y 4, maseteros izquierdos.

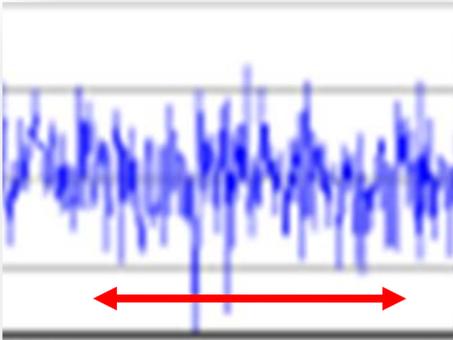
La cirugía ortognática que se realizó para la reducción de prognatismo fue la osteotomía oblicua subsigmoidea intraoral y la llevó a cabo el mismo cirujano. A todos los pacientes después de la cirugía se les colocó fijación intermaxilar con ligas en maxilar y mandíbula por seis semanas. La etapa de recolección de datos se llevó a cabo de Febrero de 2010- a Febrero de 2011.

Variables de estudio

Variables Dependientes

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	DEFINICIÓN CONECPtual	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Amplitud Pico-Pico Músculo masetero y temporal anterior derecho e izquierdo	Cuantitativa Continua	Microvoltios. μV	<p>Medida electromiográfica de un movimiento ondulatorio. Es una medida de la variación máxima del desplazamiento u otra magnitud física que varía periódica en el tiempo. Es la distancia máxima entre el punto más alejado de una onda y el punto de equilibrio o medio.</p> <p>En electromiografía corresponde a la actividad del número de fibras musculares.</p> <p>A mayor amplitud p-p=hiperactividad muscular, menor amplitud p-p=hipoactividad muscular</p>	<p>La medición se realizó con el sistema de BIOPACK. Se midió en contracción voluntaria máxima durante 30 segundos. Se tomaron en cuenta para el análisis de la onda el segmento entre el segundo 10 y el segundo 20 de contracción. Se tomó el registro de la onda del punto más alto de la onda hasta el punto más bajo de la señal rectificadas de la onda P-P.</p>
Promedio de Amplitud Músculo masetero y temporal anterior derecho e izquierdo	Cuantitativa Continua	Microvoltios / Segundos. $\mu V/s$	<p>Medida electromiográfica que señala las respuestas repetitivas o evocadas (por ejemplo contracciones provocadas eléctricamente). Clínicamente puede corresponder al número de fibras musculares que determinan la precisión del movimiento.</p>	<p>Medición con el sistema de BIOPACK. Se midió en contracción voluntaria máxima durante 30 segundos. Se tomaron en cuenta para el análisis de la variable promedio de amplitud del segmento 10 hasta el segundo 20 registrando el promedio de la onda en el tiempo.</p>

Variables dependientes

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	DEFINICIÓN CONEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Frecuencia Músculo masetero y temporal anterior derecho e izquierdo	Cuantitativa Continua	Hertz	Número de ciclos por segundo. Un promedio de ciclos se consigue digitalmente para las aplicaciones en las que se evalúa la actividad muscular. Neurofisiológicamente, la frecuencia de la respuesta motora depende del reclutamiento de impulsos eléctricos generados por las neuronas motoras. 	Medición con el sistema de BIOPACK. Se midió en contracción voluntaria máxima durante 30 segundos. Se tomaron en cuenta para el análisis el segmento del segundo 10 hasta el segundo 20s registrando el número de ciclos.

Variables Independientes

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Antes de la cirugía	Cuantitativa	Meses	Tiempo en meses antes de la cirugía	Se realizó la medición antes de la intervención quirúrgica
Tiempo 3 meses postquirúrgico	Cuantitativa	Meses	Tiempo en meses después de la cirugía	Se realizó la medición electromiográfica, 3 meses después de la cirugía ortognática
Tiempo 6 meses postquirúrgico	Cuantitativa	Meses	Tiempo en meses después de la cirugía	Se realizó la medición, electromiográfica 6 meses después de la cirugía ortognática

RESULTADOS

Se realizaron diversas pruebas estadísticas para determinar la actividad electromiográfica de ambos músculos maseteros y temporales en 11 pacientes con prognatismo tomando en cuenta el lado derecho e izquierdo donde no hubo diferencias entre ambas mediciones por lo cual para el análisis se unificaron ambos músculos con un total de 22 a los 0, 3 y 6 meses de la intervención $t = 0$, prequirúrgica (preqx), $t = 3 \text{ meses}$, 3 meses postquirúrgicos (3postqx) y $t = 6 \text{ meses}$, 6 meses postquirúrgicos (6postqx). Todas las pruebas se realizaron con un nivel de significancia $\alpha = 0.005$, encontrándose lo siguiente:

Tabla 1. Estadísticos descriptivos para frecuencia en músculos maseteros

Frecuencia	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Prequirúrgica	22	46,252	30,9034	32,550	59,954	6,2	96,9
Postqx mes 3	22	36,304	19,8360	27,509	45,098	11,5	88,4
Postqx mes 6	22	46,490	17,6937	38,645	54,335	12,9	76,0

En la tabla 1 puede observarse que la media para la variable frecuencia prequirúrgica en músculos maseteros fue de 46.2 Htz/s, con una desviación estándar de 30.9 Htz/s, la media para los músculos maseteros a los tres meses después de la cirugía fue de 36.3 Htz/s, con una desviación estándar de 19.8 Htz/s, y a los seis meses la media de frecuencia fue de 46,4 Htz/s y la desviación estándar de 17,6

Htz/s, en la que el estadístico ANOVA de un solo factor no muestra diferencias significativas entre las medias (p_{value}). = 0.869 Ver gráfico 1.

Para la medición electromiográfica de amplitud pico-pico de onda de los músculos maseteros antes de la cirugía la media fue de 703.4 μV y la desviación estándar fue de 355.9 μV , a los tres meses después de la intervención quirúrgica la media fue de 338.4 μV y la desviación estándar fue de 219 μV y a los seis meses posterior a la cirugía la media de amplitud pico-pico de onda fue de 407.2 μV y la desviación estándar fue de 207.2 μV en los músculos maseteros. (Tabla 2)

Tabla 2. Estadísticos descriptivos para amplitud pico-pico en músculos maseteros

Amplitud Pico-Pico	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Prequirúrgica	22	703,435	355,8962	545,640	861,231	38,8	1589,1
Postqtx mes 3	22	338,409	219,0863	241,272	435,546	19,3	848,5
Postqtx mes 6	22	407,227	207,2500	315,338	499,117	130,0	967,3

Para la medición de la onda electromiográfica de la variable amplitud pico-pico en los músculos maseteros, disminuye después de la intervención quirúrgica tanto a los tres meses como a los seis meses al realizar las pruebas estadísticas de Friedman y de Wilcoxon, encontramos diferencias significativas en las lecturas prequirúrgicas y postquirúrgicas ($p_{value} = 0.0001$). El estadístico de Tamhane para varianzas no homogéneas indica que la amplitud pico-pico prequirúrgica es diferente de la amplitud pico-pico de 6 meses ($p_{value} = 0.0001$) gráfico 2.

El resultado para la actividad electromiográfica que corresponde a la amplitud promedio en los músculos maseteros, la media prequirúrgica fue de 17.3 $\mu\text{V/s}$ y la

desviación estándar fue de 7.7 $\mu\text{V/s}$, la media correspondiente a los tres meses después de la cirugía fue de 13.9 $\mu\text{V/s}$ y la desviación estándar es de 7.7 $\mu\text{V/s}$, el postoperatorio a seis meses la media es de 26.7 $\mu\text{V/s}$ y la desviación estándar de 49 $\mu\text{V/s}$. (Tabla3)

Tabla 3. Estadísticos descriptivos para la variable amplitud promedio en músculos maseteros

AmplitudProm para músculos maseteros

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Prequirúrgica	22	17,320	7,7757	1,6578	13,873	20,768	,3	28,2
Postqx mes 3	22	13,952	7,7166	1,6452	10,531	17,374	,7	25,2
Postqx mes 6	22	26,762	49,0178	10,4506	5,029	48,495	9,6	245,0

En la amplitud promedio si hay un aumento en la actividad electromiográfica a los seis meses pero con una desviación estándar muy alta al realizar el análisis estadístico de la variable amplitud promedio en músculos maseteros fue analizada mediante el estadístico W de Wilcoxon y no reporta diferencias significativas en las lecturas prequirúrgicas y postquirúrgicas ($p_{value} = 0.769$) (Tabla 4, gráficas 3).

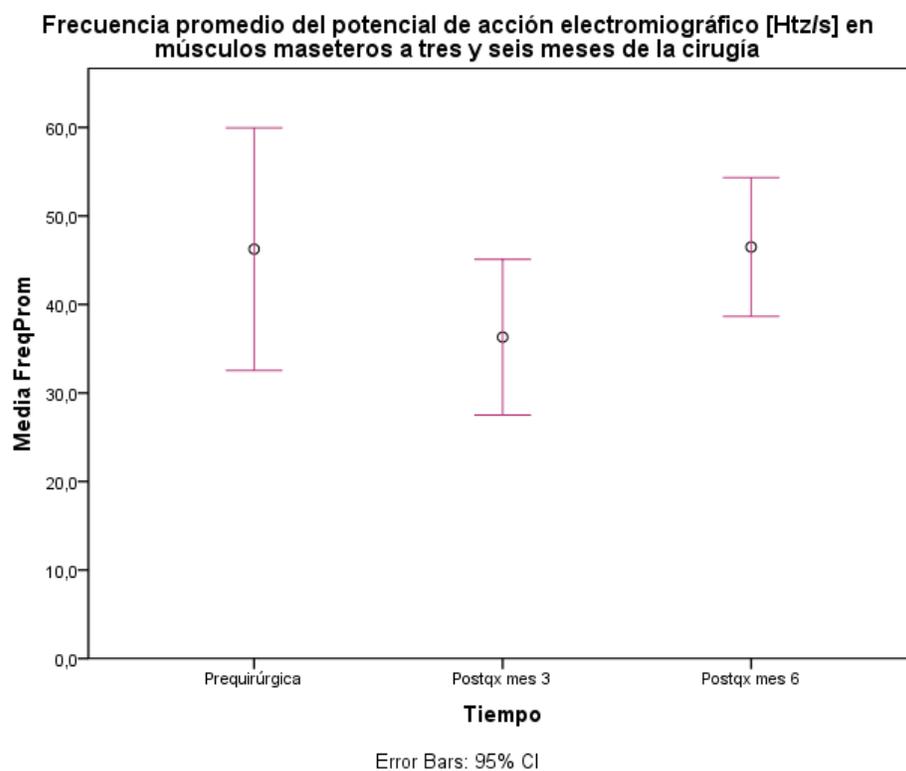
Tabla 4. Prueba de Mann-Whitney y W de Wilcoxon

Estadísticos de contraste ^a	AmplitudProm
U de Mann-Whitney	229,500
W de Wilcoxon	482,500
Z	-,293
Sig. asintót. (bilateral)	,769

a. Variable de agrupación: Tiempo

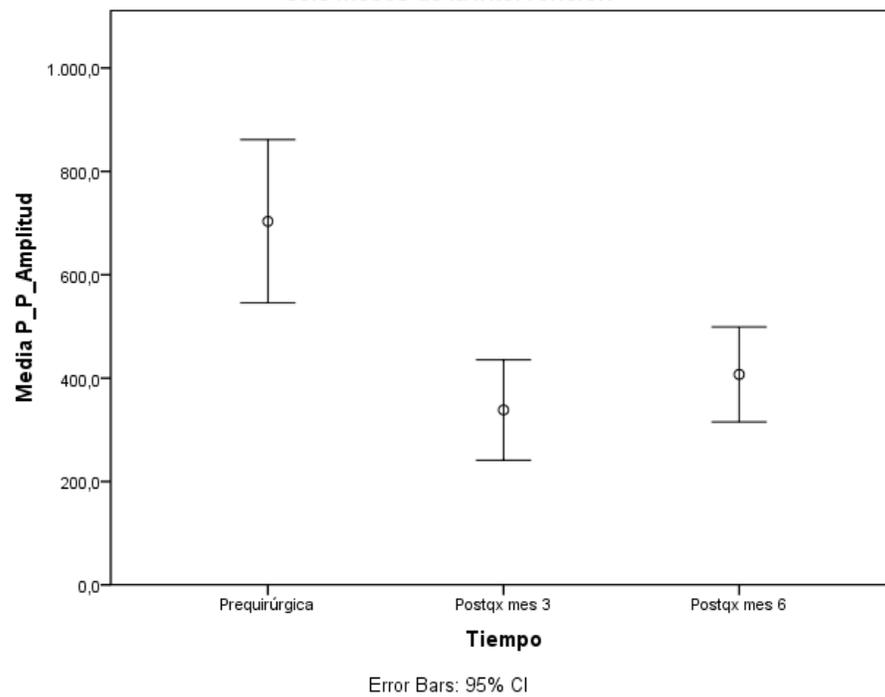
GRÁFICAS DE RESULTADOS OBTENIDOS PARA MÚSCULOS MASETEROS

Gráfica 1



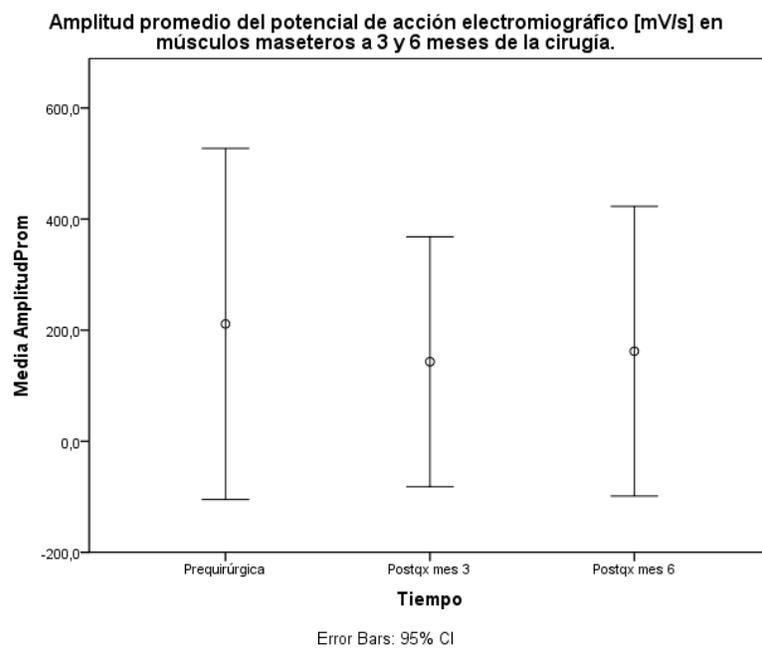
$$p_{value} = 0.869$$

Gráfica 2

Amplitud de onda electromiográfica P-P [mV/s] en músculos maseteros a tres y seis meses de la intervención

$$p_{value} = 0.0001$$

Gráfica 3



$$pvalue = 0.769$$

Músculos Temporales

Al realizar el análisis descriptivo de los datos prequirúrgicos en los músculos temporales lado derecho e izquierdo, donde no hubo diferencias entre ambas mediciones por lo cual para el análisis se unificaron ambos músculos con un total de 22 a los 0, 3 y 6 meses de la intervención t=0 meses, prequirúrgica (preqx), t=3, 3 meses postquirúrgicos (3postqx) y t=6, 6 meses postquirúrgicos (6postqx).

Encontramos que para la variable frecuencia en la medición prequirúrgica, la media fue de 49.6 Htz/s, con una desviación estándar de 21 Htz/s, a los tres meses, después de la intervención quirúrgica, la media en la frecuencia promedio, fue de 47.6 Htz/s, con una desviación estándar de 26.4 Htz/s, y a los seis meses la media de frecuencia promedio fue de 45.7 Htz/s y la desviación estándar de 25.4 Htz/s. (Tabla 5)

Tabla 5. Estadísticos descriptivos para frecuencia promedio en músculo temporal.

	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Prequirúrgica	22	49,587	21,0559	40,251	58,922	,8	84,4
Postqx mes 3	22	47,680	26,4594	35,948	59,411	10,1	94,5
Postqx mes 6	22	45,686	25,4425	34,406	56,967	10,1	84,5

En la tabla 6 se describen los resultados donde encontramos que, la media de la variable amplitud pico-pico de onda electromiográfica, antes de la cirugía, fue de 825.8 μV y la desviación estándar fue de 332 μV , a los tres meses después de la cirugía ortognática, la media de amplitud pico-pico en los músculos temporales fue de 993.4 μV y la desviación estándar fue de 356.7 μV y a los seis meses posterior a

la cirugía la media de amplitud pico-pico, fue de 1703.9 μV y la desviación estándar fue de 577.1 μV .

Tabla 6. Estadísticos descriptivos para amplitud pico-pico en músculo temporal

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Prequirúrgica	22	825,795	332,0797	70,7996	678,560	973,031	11,3	1215,8
Postqx mes 3	22	993,464	356,7771	76,0651	835,278	1151,650	195,9	1398,6
Postqx mes 6	22	1703,886	577,1415	123,0470	1447,996	1959,777	364,1	2280,0

El resultado para la actividad electromiográfica que corresponde a la amplitud promedio en los músculos temporales, la media prequirúrgica fue de 211.17 $\mu\text{V/s}$ y la desviación estándar fue de 712.9 $\mu\text{V/s}$, la media correspondiente a los tres meses después de la cirugía fue de 143.2 $\mu\text{V/s}$ y la desviación estándar es de 507.2 $\mu\text{V/s}$, el postoperatorio a seis meses la media es de 162.1 $\mu\text{V/s}$ y la desviación estándar de 588.3 $\mu\text{V/s}$. (Tabla7)

Tabla 7. Estadísticos descriptivos para Amplitud Promedio en músculo temporal.

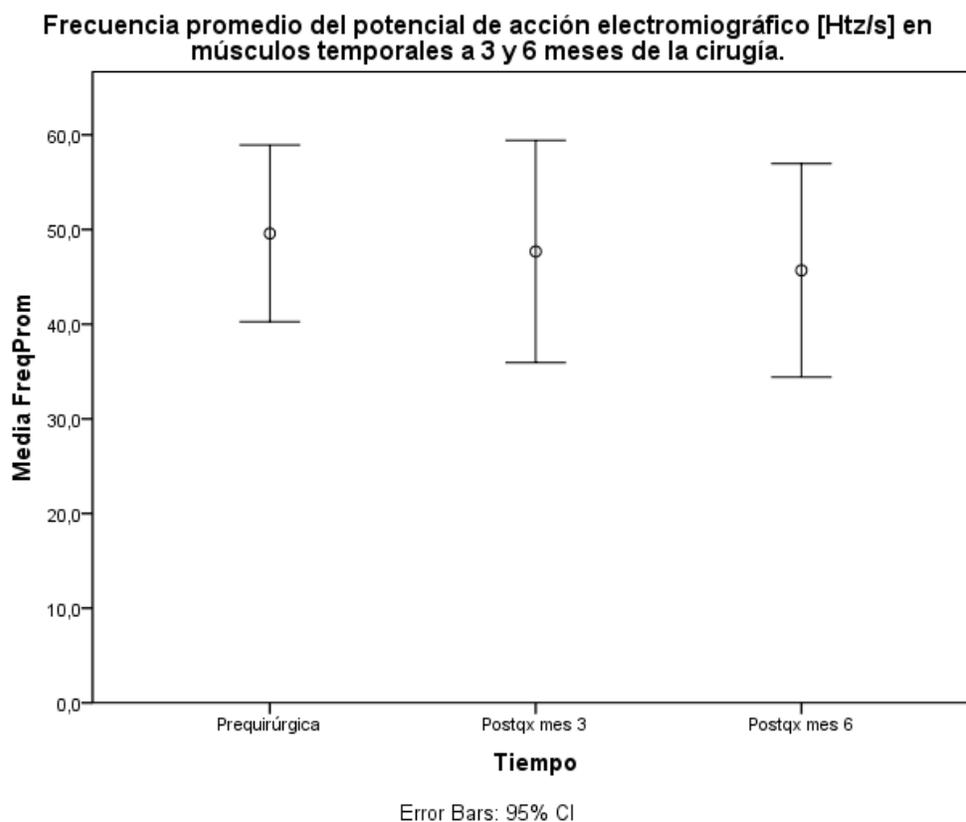
	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Prequirúrgica	22	211,171	712,9007	-104,911	527,254	,3	3239,0
Postqx mes 3	22	143,285	507,2584	-81,621	368,190	5,4	2380,0
Postqx mes 6	22	162,114	588,3399	-98,742	422,969	10,2	2785,0

El estadístico Kolmogorov-Smirnov muestra que las variables frecuencia promedio y amplitud pico-pico en músculo temporal tienen, por separado, una distribución normal ($p_{value} = 0.374$ y $p_{value} = 0.203$), pero de estas variables sólo frecuencia promedio es homoscedástica (estadístico de Levene, $p_{value} = 0.262$). Por lo que se utiliza la prueba ANOVA para esta misma variable (Tabla 8), $p=0.869$ no es estadísticamente significativa (gráfico 4).

Tabla 8. ANOVA para frecuencia promedio en músculos temporales

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
FreqProm	Inter-grupos	167,376	2	83,688	,140	,869
	Intra-grupos	37606,166	63	596,923		
	Total	37773,543	65			

Gráfico 4



P value=0.869

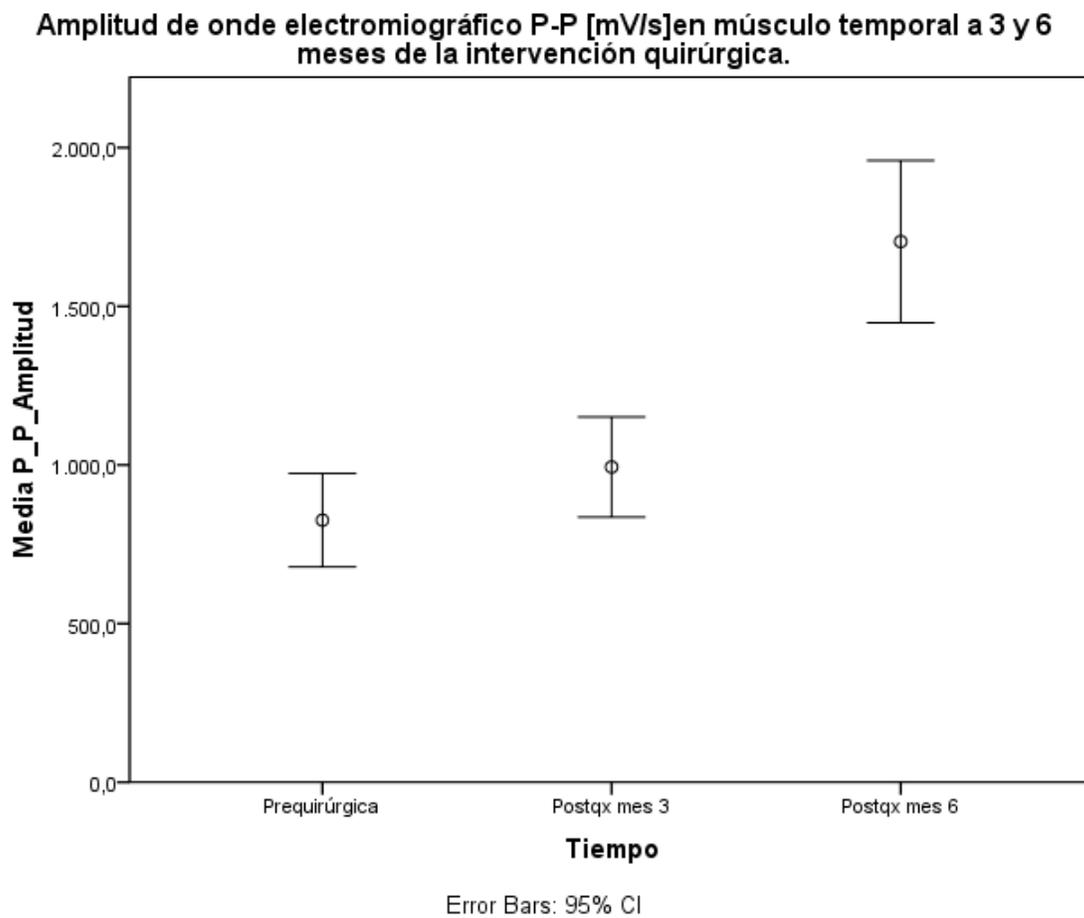
Un elemento importante del análisis implicó un cambio de análisis, de paramétrico a no paramétrico, ya que la variable amplitud pico-pico no pasa la prueba robusta para homoscedasticidad ($p_{value} \leq 0.0001$) y la prueba amplitud promedio no es normal.

Para proseguir con nuestro análisis, aplicamos una U- de Whitney y una W de Wilcoxon. Encontramos lo que a continuación se describe:

La grafica 5, muestra de manera visual a los tratamientos estadísticamente significativos: amplitud p-p prequirúrgica, comparado con amplitud p-p

postquirúrgica en el sexto mes, estadísticos U y W, $p_{value} \leq 0.031$, (tabla 9). Donde encontramos que la amplitud pico-pico aumenta después de los 3 meses de la cirugía ortognática, y tiene mayor aumento a los 6 meses después de la intervención resultando estadísticamente significativa.

Gráfica 5.



$p_{value} 0.031$

Tabla 9. Prueba de Mann-Whitney y W de Wilcoxon

Estadísticos	P_P_Amplitud
U de Mann-Whitney	150,000
W de Wilcoxon	403,000
Z	-2,159
Sig. asintót. (bilateral)	,031

a. Variable de agrupación: Tiempo

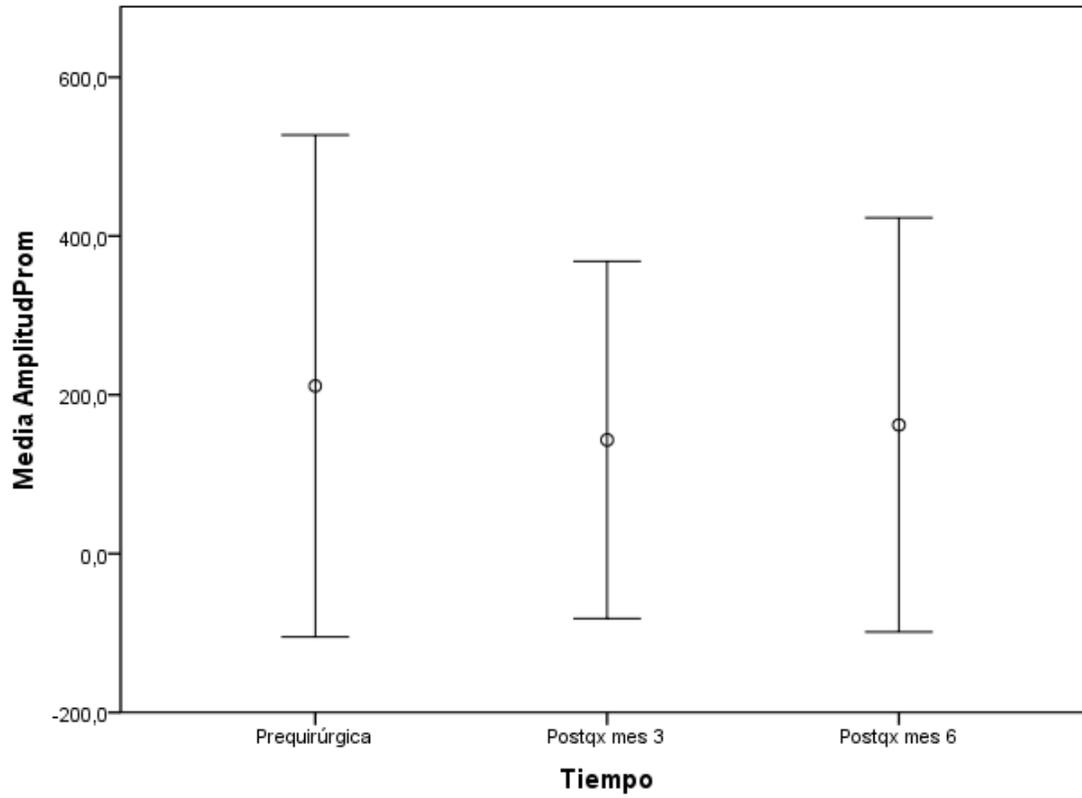
Por último, la variable promedio de amplitud no es estadísticamente significativa al realizar las pruebas estadísticas U- Mann- Whitney y W de Wilcoxon $p_{value} \leq 0.76$ (tabla 10 y gráfica 6) no existiendo mucha variación antes y después de la cirugía ortognática.

Tabla 10. Prueba de Mann-Whitney y W de Wilcoxon

	AmplitudProm
U de Mann-Whitney	229,500
W de Wilcoxon	482,500
Z	-,293
Sig. asintót. (bilateral)	,769

a. Variable de agrupación: Tiempo

Gráfico 6.

Amplitud de onda electromiográfica [mV/s] en músculo temporal a 3 y 6 meses de la intervención quirúrgica.

Error Bars: 95% CI

$$p_{value} = 0.76$$

DISCUSION

En este estudio se midieron tres variables electromiográficas: frecuencia promedio, amplitud promedio y amplitud p-p en los músculos temporal y masetero derecho e izquierdo en un total de once pacientes con un total de 22 registros en contracción voluntaria máxima dental. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la medición de la variable amplitud p-p en los músculos maseteros donde ésta disminuye después de seis meses de la cirugía ortognática, a diferencia de los músculos temporales en donde aumenta la variable P-P de amplitud después de la cirugía. Ya que la amplitud p-p mide el número de fibras musculares utilizadas en la contracción voluntaria máxima y la amplitud promedio mide la eficiencia de una contracción voluntaria pero sostenida. En nuestro estudio encontramos que después de la cirugía, en los músculos maseteros hay menos fibras musculares (< amplitud p-p), para ejercer la contracción voluntaria máxima ya que en la evaluación inicial se encuentran con hipertrofia (> amplitud p-p) sin embargo la eficacia se mantiene (amplitud promedio). El esfuerzo muscular se transfiere a los músculos temporales mejorando el número de fibras musculares (< amplitud p-p) que son utilizadas para la contracción voluntaria máxima y la eficacia continua igual (amplitud promedio). La variable frecuencia en ninguno de los dos músculos se modifica y esto es importante ya que en la cirugía no hay daño en las unidades motoras neuronales usadas en el movimiento, lo que se traduce en integridad de la función neurológica del paciente.

Luo, et. al., evalúan a los músculos maseteros y temporales usando electrodos de superficie para la electromiografía en pacientes antes y después de la cirugía ortognática realizando, osteotomía Lefort I y osteotomía sagital bilateral de rama

mandibular, comparándolos con un grupo control simétrico, con adecuada oclusión dental. Midieron la amplitud pico-pico, entre el grupo control sano y los pacientes con prognatismo donde era menor la actividad en estos pacientes antes y aún después de la cirugía. Llegando a la conclusión que aún después de la cirugía ortognática sus registros de electromiografía en cuanto a la variable amplitud era menor que en los sanos.³⁰ Realmente nunca alcanzaban a tener un registro electromiográfico igual que en un paciente sano. En el estudio que realizamos aumenta la amplitud pico-pico en los músculos temporales después de haber realizado la cirugía, esto quizá podría estar relacionado con la técnica quirúrgica que se llevó a cabo en nuestro estudio que fue la oblicua intraoral subsigmoidea. Sin embargo no tenemos un grupo control sano para comparar estas mediciones.

Kubota, evalúa la función masticatoria en 14 pacientes mujeres Clase III de Angle y la influencia del tratamiento ortodóntico quirúrgico utilizando la actividad electromiográfica de los músculos de la masticación antes y después de la cirugía ortognática realizándoles osteotomía sagital bilateral técnica Obwegesser, en pacientes Clase III comparándolo con 15 sujetos con oclusión normal donde obtienen los índices de actividad eléctrica durante la masticación en los músculos maseteros y temporales donde mejora la actividad eléctrica del temporal y disminuye en maseteros. Sin embargo al compararlos con los pacientes sanos va ser menor a pesar de realizar la cirugía ortognática.³¹ Los resultados de este estudio al compararlos con nuestro estudio encontramos que se invierte la actividad eléctrica de los músculos disminuyendo en maseteros y aumentando en temporales.

Ko, en su estudio evalúa a 35 pacientes 17 hombres y 18 mujeres con una media de 24.5 años a los cuales se les realizó osteotomía sagital bilateral técnica

Obwegeser-Dalpont, para reducción del prognatismo, utilizando fijación con 6 tornillos monocorticales para la osteosíntesis, no utilizaron fijación intermaxilar después de la cirugía, midiendo los cambios electromiográficos en los músculos maseteros y temporales anteriores utilizando electrodos de superficie de contacto, midiéndolos antes de la cirugía , un mes después de haber realizado la cirugía y seis meses después, midiéndolos en reposo, contracción voluntaria máxima, el no utiliza grupo control sin embargo evalúa si la actividad eléctrica de los músculos de la masticación, está relacionada con las recidivas del prognatismo. Encontrando una disminución de la amplitud, para los músculos maseteros y temporales después de la cirugía. En su estudio encuentran, que cuando hay aumento en la amplitud en los músculos maseteros podría relacionarse con recidiva.³² Nosotros encontramos al igual que este autor disminución de la variable amplitud p-p pero solamente en los músculos maseteros y el autor los encuentra en ambos, podría relacionarse al igual que el otro estudio a la técnica quirúrgica que empleamos en nuestro estudio la osteotomía intraoral subsigmoidea.

Di Palma et al, publica un estudio con una evaluación después de la cirugía ortognática en pacientes con prognatismo, realizando una medición electromiográfica antes y 6 a 8 meses, después de la corrección quirúrgica, considerando que los pacientes se encontraban más adaptados a la nueva oclusión dental. Muestran una mejoría en la actividad neuromuscular de los músculos masetero y temporal derecho e izquierdo. El protocolo de este estudio mide la simetría muscular y el equilibrio neuromuscular determinado por la oclusión dental.³³

Trawitzki, en su estudio mide un total de 13 pacientes con deformidad dentofacial de prognatismo, a los cuales se les realizó cirugía ortognática tipo Lefort I para

avance maxilar y para retroceso mandibular osteotomía sagital bilateral, cuando únicamente requerían cirugía de mandíbula, les realizaron osteotomía vertical bilateral de rama, utilizando fijación intermaxilar. En su estudio tienen un grupo control sano sin asimetría facial, pacientes prognatas antes y después de la cirugía ortognática midiéndolos a los 3 años y 3 años 8 meses. Los participantes fueron evaluados los músculos temporales anteriores y maseteros de forma bilateral, durante la masticación y en contracción voluntaria máxima, midiendo electromiográficamente, la amplitud integrada, y la amplitud p-p. Hay diferencias significativas estadísticamente en la actividad electromiográfica de los músculos temporales y maseteros antes de la cirugía ortognática y después de los 3 años de cirugía donde aumentan los valores de la actividad eléctrica en contracción voluntaria máxima y masticación, pero sigue siendo menor al grupo control sin deformidad dentofacial. Hubo una mejoría en la actividad electromiográfica de los músculos de la masticación observada principalmente en el músculo masetero, con valores cercanos a los del grupo control.³⁴ Al comparar este estudio, con el que nosotros realizamos, encontramos que en algunos pacientes realizan la misma técnica quirúrgica que aplicamos nosotros, dejando la fijación intermaxilar, hay diferencia entre los resultados de nuestro estudio, ya que refieren ligera mejoría en los músculos maseteros y nosotros la encontramos en los músculos temporales.

Otro estudio realizado por el mismo autor (14) evalúa un total de 15 sujetos con deformidad dentofacial Clase III prognatismo antes de realizarla cirugía ortognática, pacientes después de 6-9 meses de la cirugía ortognática y un grupo control sano sin deformidad dentofacial. Evalúan la su actividad electromiográfica con electrodos de superficie de contacto, de los músculos maseteros y temporales anteriores,

midiendo la amplitud p-p, amplitud promedio, el análisis de la raíz cuadrada de la electromiografía, en situaciones de masticación y en máxima intercuspidad. Sucede lo mismo al ser evaluados en masticación donde la amplitud p-p siempre será mayor en pacientes con adecuada simetría facial comparado con los pacientes con deformidad dentofacial Clase III y mejorando después de la cirugía ortognática.

Raustia et al, reporta que la disminución en la amplitud puede ser atribuida a inmovilización maxilomandibular postquirúrgica o a la manipulación quirúrgica de los músculos masetero y temporal disminuyendo marcadamente 6 semanas después de la cirugía. La amplitud incrementó después de un año de la cirugía en los músculos maseteros $400 \mu\text{V/s}$ y hasta $600 \mu\text{V/S}$ en los temporales durante la máxima intercuspidad.¹² Al igual que en nuestro estudio no utilizaron grupo control y aumenta la amplitud promedio aunque no es estadísticamente significativa, la amplitud P-P aumenta solo en los músculos temporales.

Ko WCh, evalúa electromiográficamente, el efecto de realizar fisioterapia después de realizar osteotomía sagital bilateral para reducción de prognatismo y un grupo control sano en los músculos de la masticación a las 6 semanas y a los 6 meses sin tener mucha diferencia en recobrar la función con o sin fisioterapia.³⁵

CONCLUSIONES

Podemos concluir en nuestro estudio que la actividad eléctrica en cuanto a la amplitud p-p que corresponde al número de fibras musculares activas; en los músculos maseteros disminuye después de la cirugía ortognática pero la amplitud promedio aumenta no siendo significativa estadísticamente. Clínicamente esto correspondería a que hay menos fibras musculares activas pero la eficiencia de la contracción voluntaria máxima es igual y la amplitud p-p en músculos temporales aumenta, clínicamente esto corresponde a que se activan más fibras musculares después de seis meses de la cirugía, la amplitud promedio no se modifica después de la cirugía, esto correspondería a que se tiene la misma eficiencia en la contracción con más fibras musculares. Invirtiéndose la actividad muscular de ambos músculos de la masticación aumentando la actividad eléctrica de los temporales y disminuye la de los maseteros sin embargo dentro del estudio existieron varias limitaciones ya que la medición prequirúrgica se realizó ya con tratamiento de ortodoncia previa. Además que no tuvimos un grupo control de pacientes con adecuada simetría facial. Nuestros resultados son muy parecidos a los resultados que existen a nivel internacional sin embargo existe mucha variabilidad debido a que son diferentes equipos electromiográficos cada uno está calibrado de diferente manera. Desde el punto de vista clínico podemos confirmar que la cirugía ortognática no solamente tiene fines estéticos si no fines funcionales donde se busca un equilibrio y armonía oclusal. El tener una evaluación miofuncional en este caso con electromiografía nos puede ayudar a evitar recidivas a que los pacientes se les programen ejercicios para mejorar la actividad muscular después de la cirugía y

podría ser interesante buscar una desprogramación neuromuscular antes de la cirugía ortognática.

REFERENCIAS

1. Tucker MR, Ochs MW. Correction of Dentofacial Deformities. En: Peterson LJ, Ellis E, Hupp JR, Tucker MR. Contemporary Oral and Maxillofacial Surgery. 4th Ed. Mosby Eds. 2003
2. Hönn M, Göz G. The idea of facial beauty: a review. J Orofac Orthop 2007; 68(1): 6-16.
3. Jung MH. Evaluation of the effects of malocclusion and orthodontic treatment on self-esteem in an adolescent population. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010; 138(2): 160-6.
4. Magalhaes IB, Pereira Lj, Marques LS, Gameiro GH. The influence of malocclusion on masticatory performance: A systematic review. Angle Orthod 2010; 80(5):981-7.
5. Proffit WR, White RP Jr, Sarver DM. Class III problems. Contemporary treatment of dentofacial deformity. Mosby, Inc. St Louis, Missouri, 2003; 506-573.
6. Jena AK, Duggal R, Matnur VP, Parkasn H. Class- III malocclusion: Genetics or environment? A twins study. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2005; 23 (1): 27-30.
7. Eckhart CE, Cunningham SJ. How predictable is orthognathic surgery? Eur J Orthod 2004; 6(3):303-9.
8. Yazdani J, Ebrahimi H, Talesh KT, Khashabi E, Pourshahidi S, Tabdir AA. Comparing the effect of 3 orthognathic surgical methods on the mandibular range of movement. J Craniofac Surg 2010; 21(3): 703-5.

9. Quevedo Rojas L.A. Sagittal split ramus osteotomy of the mandible in orthognathic surgery. *Rev Esp Cirug Oral y Maxilofac* 2004;(26): 14-21.
10. Ueki K, Marukawa K, Shimada M, Nakagawa K, Yamamoto E. Changes in occlusal force after mandibular ramus osteotomy with and without Lefort I osteotomy. *Int. J. Oral Maxillofac Surg.* 2007; (36): 301-304.
11. Ohba S, Tasaki H, Tobita T, Minamizato T, Kawasaki T, Motooka N, Watanabe E, Yoshida N, Asahina I. Assessment of skeletal stability of intraoral vertical ramus osteotomy with one-day maxillary- mandibular fixation followed by early jaw exercise. *J Craniofac Surg.* 2013; (41):586-592.
12. Raustia AM, Oikarinen KS, Changes in electric activity of masseter and temporal muscles after mandibular sagittal split osteotomy. *Int. J Oral Maxillofac. Surg.* 1994;(23):180-184.
13. Ellis III E, Throckmorton G, Douglas PS, Bite Forces Before and After Surgical Correction of Mandibular Prognathism. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996; (54):176-181.
14. Trawitzki LVV, Dantas RO, Mello-Filho FV, Marques Jr. Effect of treatment of dentofacial deformities on the electromyographic activity of masticatory muscles. *Int. J. Oral Maxillofac.Surg.* 2006; (35): 170-173.
15. Eckardt L, Harzer W, Schneevoight R. Comparative study of excitation patterns in the muscle before and after orthognathic surgery. *J Craniofac Surg.* 1997; (25):344-352.
16. Kazunori O, Kiyoshi H, Seiko M, Shoji E. Changes in bite force and occlusal contacta rea alter orthognathic surgery for correction of mandibular

- prognathism. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001; (91): 141- 5.
17. Kobayashi T, Honma K, Shingaki S, Nakajima T. Changes in masticatory function after orthognathic treatment in patients with mandibular prognathism. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2001;(39):260-265.
18. Iwase M, Ohashi M, Tachibana H, Toyoshima T, Nagumo M. Bite force , occlusal contact area and masticatory efficiency before and after orthognathic surgical correction of mandibular prognathism. *Int J Oral Maxillofac.Surg.* 2006; (35):1102-1107.
19. Nagai I, Tanaka N, Noguchi M, Suda Y, Sonoda T, Kohama G. Changes in occlusal state of patients with mandibular prognathism alter orthognathic surgery: a pilot study. *Br J Oral Maxillofac Surg .* 2001;(39):429-433.
20. Youssef RE, Throckmorton GS, Ellis III , Sinn DP. Comparison of habitual masticatory cycles and muscle activity before and after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1997; (55):699- 707.
21. Schievano D, Rontani RM, Berzin F:. Influence of myofuntional therapy on the perioral muscles. Clinical and electromyographic evaluations. *J Oral Rehabil.* 1999; 26(7):564-569.
22. Caballero K, Duque LM, Ceballos S, Ramírez JC, Pelaez A. Conceptos básicos para el análisis electromiográfico. *Revista CES Odontología.* 2002; 15(1):41-50.
23. Harper RP, de Bruin H, Burcea I. Muscle activity during mandibular movements in normal and mandibular retrognathic subjects. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997;55(3): 225-233.

24. Miyawaki S, Yasuda Y, Yashiro K, Takada K. Changes in masticatory jaw movement and muscle activity following surgical orthodontic treatment in adult skeletal class III case. *Clin Orthod Res.* 2001; (4):119-23.
25. Weselman K, Janda M, Lorenzoni M, Polansky R. A comparison of the muscular relaxation effects of TENS and EMG biofeedback in patients with bruxism. *J Oral Rehabil* 2001 Sep;28(9):849-53.
26. Deguchi I, Garetto LP, sato Y, Potter RH, Roberts WE. Statistical analysis of differential lissajous EMG from normal occlusion and Class III malocclusion. *Angle Orthod.* 1995;65 (2) :151- 160.
27. Duque S, Jaramillo F, Farbiarz P, Alvarez J, PeláezV, Otalvaro C, Gabriel J. Electromyographic changes after orthognathic surgery: report of four cases. *Rev. Fac Odontol Univ Antioquia;* 2002;13(2):35-50.
28. Farella M, Van ET, Baccini M, Micheloth A. Task related electromiographic spectral changes in the human masseter and temporalis muscles. *Eur J Oral Sci* 2002 Feb; 110 (1): 8-12.
29. Castroflorio T, Farina D, Bottin A, Piancino G, Bracco P, Merletti R. Surface EMG of jaw elevator muscles: effect of electrode location and inter-electrode distance. *J Oral Rehabil.* 2005;(32):411-417.
30. Luo Yi, Svensson P, Dalsgaard Jensen J, Jensen T, Neumann B, Arendt-Nielsen L, Wang K. Jaw-stretch reflex is weaker in patients after orthognathic surgery. *Arch Oral Biol.* 2014; (59): 1321-1327.
31. Kubota T, Yagi T, Tomonari H, Ikemori T, Miyawaki S. Influence of surgical orthodontic treatment on masticatory function in skeletal Class III patients. *J Oral Rehabil* .2015;42(10) :733-41.

32. Ko WE, Huang Ch S, Lo LJ, Chen YR. Alteration of masticatory electromyographic activity and stability of orthognathic surgery in patients with skeletal Class III malocclusion. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013; (71):1249-1260.
33. Di Palma E, Gasparín G, Pelo S, Tartaglia G, Chimenti C. Activities of masticatory muscles in patients after orthognathic surgery. *J Craniofac Surg.* 2009;(37):417-420.
34. Trawitzki RO , Dantas FV, Mello-Filho W, Marques Jr. Masticatory muscle function three years after surgical correction of class III dentofacial deformity. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009; 1551-1555.
35. Ko EW, Teng TT, Huang CS, Chen YR. The effect of early physiotherapy on the recovery of mandibular function after orthognathic surgery for class III correction. Part II: electromyographic activity of masticatory muscles. *J Craniofac Surg.* 2015 ; 43(1):138-43

ANEXO 1 CARTA DE CONSETIMIENTO INFORMADO PARA EL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN: “CAMBIOS ELECTROMIOGRÁFICOS EN PACIENTES CON PROGNATISMO MANDIBULAR DESPUÉS DE LA CIRUGÍA ORTOGNÁTICA”

A usted se le pide que participe en este protocolo de investigación debido a que su médico le ha diagnosticado prognatismo. Este padecimiento se inicia durante el crecimiento y desarrollo presentando una anomalía dentofacial en la edad adulta la cual se caracteriza por un crecimiento anormal de su mandíbula, presentando una dificultad para masticar, y una asimetría en su perfil facial. Se ha estudiado que estos pacientes tienen una disminución en la función de los músculos que se encargan de la masticación, la cual se piensa que se corregirá después de su cirugía. Por lo cual se le esta invitando a participar en este estudio para poder conocer como se encuentra su función muscular que se evaluara por medio de un registro electromiográfico .Estos cambios se medirán a los **tres meses y seis meses después de su cirugía** realizada dentro del IMSS. Esta información nos ayudará a conocer cuales son los cambios electromiográficos (cambios en la función muscular) en los músculos de la masticación después de realizarle su cirugía ortognática y demostrar que es una cirugía que le ayudará a mejorar la función y no únicamente con fines estéticos. Será necesario antes de realizarle su cirugía ortognática para reducción de prognatismo se le tome una electromiografía (mide la función de los músculos por medio de unos electrodos superficiales (botones) se colocan en la mejilla de su cara y a nivel de la sien de ambos lados y estos registros serán medidos sin masticar y masticando un chicle en los músculos de la masticación (temporal anterior y masetero de ambos lados). Este mismo procedimiento se realizara por el investigador tres meses y seis meses después de su cirugía ortognática para evaluar los cambios que puedan existir. A usted se le proporcionara los resultados de su función muscular antes y después de su cirugía ortognática. Le recordamos que la evaluación electromiográfica es **GRATUITA** así como su participación es totalmente **VOLUNTARIA**.

Los riesgos que puede presentar al aceptar participar en la evaluación electromiografía son mínimos, los cuales podrían ser molestias en la colocación y al retirar los electrodos, se tratara que esto sea mínimo. Podría llegar a presentar cansancio muscular por el esfuerzo de la masticación en caso de ser así se le proporcionará algún analgésico o desinflamatorio.

Si tiene cualquier pregunta acerca de este estudio o acerca de lo que debe hacer en caso de que sienta alguna molestia durante el estudio, puede comunicarse con la **Dra. Hilda González Olivares al teléfono 0445522974595**

Su médico, responsable del procedimiento quirúrgico **Dr. Francisco López Saucedo**, estará disponible para responder cualquier pregunta adicional.

Usted entiende que su participación en el estudio es VOLUNTARIA. En cualquier momento usted puede retirar su consentimiento a participar en el estudio, sin que su tratamiento médico posterior se vea afectado.

Nombre de paciente y Firma _____

Testigo o familiar del paciente _____

Médico _____

Testigo Médico _____

FECHA _____

