



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA EXISTENTE ACERCA DE LA
MEDICIÓN ELECTROMIOGRÁFICA DE LOS CAMBIOS
EXPUESTOS EN LOS MÚSCULOS DE LA MASTICACIÓN
(TEMPORAL Y MASETERO) ANTES Y DESPUÉS DE LA
CIRUGÍA ORTOGNÁTICA.

**TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL PROGRAMA DE
TITULACIÓN POR ALTO PROMEDIO**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A:

JOSHUA AARON VARGAS GASCA

TUTOR: Esp. ISMAEL VILLA DÍAZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

AGRADECIMIENTOS

La vida está llena de procesos; largos caminos que debemos transitar para poder trascender y poder obtener las metas que deseamos. En estos trayectos, siempre encontraremos dificultades, pero podremos estar rodeados de personas que nos apoyen y ayuden a obtener nuestros objetivos. En mi caso, siempre estuve acompañado por personas que me ayudaron a sacar lo mejor de mí, por lo que este logro y todo mi trayecto escolar va dedicado a ustedes, a todos los que están y se quedaron o los tuvieron que partir, porque debido a ustedes soy la persona que soy en este momento. Mil gracias.

DEDICATORIAS

A mi papá por ser siempre la fuerza para impulsarme a lograr mis objetivos. Que estuvo desde que fui niño y que siempre estará conmigo en espíritu.

A mi mamá por brindarme el amor, cariño, paciencia y fortaleza que necesité durante todo este tiempo, y siempre apoyarme para nunca rendirme y siempre seguir mis sueños.

A mi hermano Fabián por ser mi mentor, mi maestro y mi modelo a seguir en la odontología, pero especialmente en la vida.

A mi hermano Miguel por ser un pilar en mi vida, y siempre apoyarme.

A mi tutor el doctor Ismael Villa Díaz por acompañarme durante este camino, brindarme parte de su tiempo y conocimiento. Espero poder compartir otros proyectos con usted.

A mis amigos cercanos, que estuvieron para mí en mis mejores y peores momentos, nunca dejándome y permaneciendo siempre junto a mí.

A mis todos los maestros que alguna vez tuve, gracias a ustedes pude convertirme en la persona que soy.

A todos mis compañeros de grupo que me dejaron aprendizajes tanto escolares como de la vida.

A la Universidad Nacional por permitirme ser parte de ella, y ella será para siempre parte de mí.

Por mi raza hablará el espíritu.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	3
MARCO TEÓRICO	6
¿Qué son las maloclusiones?	6
Alteraciones óseas.....	11
Técnicas empleadas.....	13
Maxilar.....	15
Mandibular.....	15
Músculos de la masticación.....	16
Electromiografía	20
Amplificación de la señal.....	22
Cuantificación de la señal EMG.....	23
Análisis en el dominio de la frecuencia.....	26
PLANTEAMIENTO.....	27
JUSTIFICACIÓN	28
TIPO DE ESTUDIO.....	28
OBJETIVOS	29
Objetivo principal:.....	29
Objetivo particular:	29
HIPÓTESIS	30
Hipótesis principal	30
Hipótesis secundarias:	30
MATERIALES Y MÉTODOS	31
Estrategias de búsqueda	31
Criterios de inclusión y exclusión.....	31
RESULTADOS	33
DISCUSIÓN	40
CONCLUSIONES.....	42
CONFLICTOS DE INTERÉS.....	44
ANEXOS.....	45
Anexo 1: CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN: “CAMBIOS EXPUESTOS EN LOS MÚSCULOS DE LA MASTICACIÓN (TEMPORAL Y MASETERO) ANTES Y DESPUÉS DE LA CIRUGÍA ORTOGNÁTICA.”	45

Anexo 2: Protocolo de evaluación Electromiográfico para pacientes antes y después de cirugía ortognática.	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	49

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Todo procedimiento médico quirúrgico altera de manera significativa el estado inicial de los pacientes, por lo que, en las ciencias médicas, es necesario poseer información clara y precisa de los procedimientos realizados, esto con la necesidad de mejorarlos o adaptarlos a otros casos clínicos en concreto.

Para esto, se debe analizar que dato se busca medir o cuantificar, después a este se le otorgará un valor que pueda ser medible en algún tipo de unidad previamente establecida (cuantitativa)¹; y por último se debe trasladar a una escala con la finalidad de brindarle una interpretación determinada a los datos obtenidos.

La cantidad de áreas odontológicas en las cuales se puede analizar y medir los cambios ocurridos después de ciertos procedimientos es muy amplia. Una de estas es la cirugía oral y maxilofacial, específicamente la cirugía ortognática la cual es la técnica quirúrgica utilizada más ampliamente en la estomatología con la finalidad de corregir principalmente anomalías del desarrollo maxilomandibular, secuelas de trauma maxilofacial, así como de manejar el tratamiento integral de los síndromes craneofaciales, del tratamiento del paciente desdentado severo y el síndrome de apnea obstructiva del sueño.² al ser un tipo de procedimiento en donde la posición de los dientes en el arco dentario se altera, el cirujano maxilofacial y los ortodoncistas deben de confluir de manera continua para favorecer la obtención de mejores y más estables resultados.

El autor Anthony Pogrel (3), define a la cirugía ortognática como “el arte y ciencia de corregir las deformidades dentofaciales por medio de movimientos dentales ortodónticos y de la reposición quirúrgica de las estructuras maxilares y mandibulares.” El objetivo de este tratamiento es alcanzar una normalización de las relaciones esqueléticas con los componentes blandos del sistema masticatorio: esto se logra en gran medida alcanzando una relación de clase I

canina y molar según la clasificación de Angle. Posteriormente, para poder cuantificar la eficacia de los cambios generados después de una cirugía ortognática y evaluar así su grado de eficacia, se ha propuesto de manera importante a la cuantificación de la máxima fuerza de mordida, el número y distribución de los contactos oclusales, la función de la articulación temporomandibular, el máximo rango de movimientos mandibulares y el grado de recuperación del complejo neuromuscular.

Este último punto se evalúa gracias a un examen electromiográfico (EMG) de los músculos de la masticación (específicamente los temporales y maseteros) que no en todos los casos se realiza debido a diferentes motivos.

El especialista, según Claudia Rodríguez et al. (4) realiza una grabación y estudio de las propiedades intrínsecas del músculo esqueléticos. Por lo tanto, el operador (de preferencia un especialista odontólogo con amplia experiencia en el área) debe hacer uso de un electromiógrafo el cual está compuesto por electrodos de superficie o aguja que captan, amplifican y filtran la señal mioeléctrica para digitalizarla; estos electrodos se colocan en la piel del paciente, directamente sobre el origen y la inserción del músculo seleccionado.

4

El desarrollo de los estudios EMG empezó indirectamente gracias a la intervención del médico y científico italiano Francesco Redi a mediados del siglo XVII cuando demostró la existencia de un músculo en el pez raya capaz de generar electricidad. ⁵ posteriormente en 1786 Luis Galvani realizó una serie de experimentos en donde llegó a la conclusión de la existencia de electricidad en la musculatura de los organismos vivos; esto lo consiguió al acoplar una máquina electrostática a ranas.

Es así cuando, según Roger et al. (5) en el siglo XIX, Guillaume BA Duchenne realizó el primer trabajo sobre la dinámica y función muscular, construyendo

un equipo de estimulación neuromuscular que fue utilizada inicialmente con fines terapéuticos y posteriormente investigativos y diagnósticos.

Pasamos después a la valiosa aportación de Lidell y Sherrington en 1925 cuando introdujeron el concepto de Unidad Motora (UM) ⁶ el cual se define como la unidad estructural y funcional del músculo esquelético, compuesta por la neurona motora somática y todas las fibras musculares que esta inerva. También en ese mismo siglo, Adrian y Bronk en 1929 utilizaron por primera vez la aguja concéntrica para registrar los diferentes potenciales que tiene la UM. Pero no fue sino hasta las décadas de 1940 y 1950 en donde Buchthal y Clemens diferenciaron los procesos neurógenos y miógenos; este descubrimiento funcionó como base para la aplicación clínica de la EMG.

Sin embargo, en el área odontológica su aplicación no es muy requerida y aunque se tienen ciertos registros previos de su uso en ortodoncia ⁷, en el campo de la cirugía maxilofacial, es poca la literatura disponible con la cual basarnos. Por este motivo, el trabajo presente consiste en realizar una recopilación bibliográfica de los diferentes textos que abarquen el tema de “electromiografía en los pacientes antes y después de cirugía ortognática”, sin importar la técnica quirúrgica empleada ni el tipo de maloclusión tratada; y, en dado caso de requerirlo, proponer un protocolo de atención pre y post quirúrgica para que los próximos pacientes quirúrgicos puedan someterse.

MARCO TEÓRICO

Un resultado efectivo de la cirugía ortognática va a depender de una excelente adecuación que tengan los componentes blandos como duros del sistema estomatognático en su nueva posición fisiológica. Por lo mismo, la explicación de la diferente etiología que causa algún tipo de maloclusión es fundamental y esencial en cualquier parte del protocolo de atención quirúrgico, por lo que el abordaje inicial de la clasificación más ampliamente usada en el ámbito odontológico: la clasificación de Angle, es fundamental.

Según Gómez Verónica (8), los primeros intentos de clasificar las maloclusiones provienen de Fox (1803) y se basaban en la relación de los dientes y se basaban en las relaciones de los dientes incisivos.

Después, Carabelli (1842) clasificó las relaciones oclusales en: *Mordex normales*, *mordex rectus*, *mordex apertus*, *mordex retrusus* y *mordex tortuosus*.

Según Ugalde Morales (9) fue en el año de 1899 cuando Edward Angle estableció la clasificación anterosuperior de las maloclusiones dentales, teniendo como base la hipótesis de que el primer molar y los caninos son los dientes más estables de la dentición y la referencia de la oclusión. Las diferentes clases propuestas por Angle están fundamentadas en las relaciones mesiodistales de los dientes, arcos dentales y maxilares, las cuales van a depender principalmente por la posición asumida de los primeros molares con respecto a su erupción y oclusión.

¿Qué son las maloclusiones?

El término “maloclusión”, según Pérez (10) se define como “un cierre anormal o a una mala relación existente entre los componentes antagonistas pudiendo ser dientes y/o maxilares”. Estas discrepancias de posición pueden afectar a cuatro sistemas tisulares esenciales en la cavidad oral, que son: dientes, huesos, músculos y nervios. En algunos casos los dientes presentan

alteraciones en posición. En otros, la posición ósea se encuentra alterada. O bien, todos los componentes tisulares pueden estar afectados. Este último caso es el que más complicaciones puede acarrear a los pacientes.

El motivo principal por el cual Angle estableció los primeros molares superiores como guía de las maloclusiones fue debido a que estos se encuentran relacionados directamente dentro de la estructura facial, mientras los molares inferiores dependen de un hueso dependiente enteramente de una alteración modificable.¹¹



OCLUSION3-600x400© Todos los derechos reservados por: Instituto maxilofacial Obtenida de:
<https://www.institutomaxilofacial.com/es/2019/11/15/clasificacion-de-la-mordida/> Fecha: 13 de julio del 2021

Esta clasificación incluye tres clases, de las cuales una posee dos subdivisiones:

Clase I: Siendo la más típica en los pacientes examinados, se caracteriza por lo siguiente:

- También conocida como *normooclusión*.
- La cúspide mesiobucal del primer molar superior está alineada directamente sobre el surco bucal del primer molar inferior.¹¹
- La cúspide mesiolingual del primer molar superior está situada en el área de la fosa central del primer molar inferior.¹¹

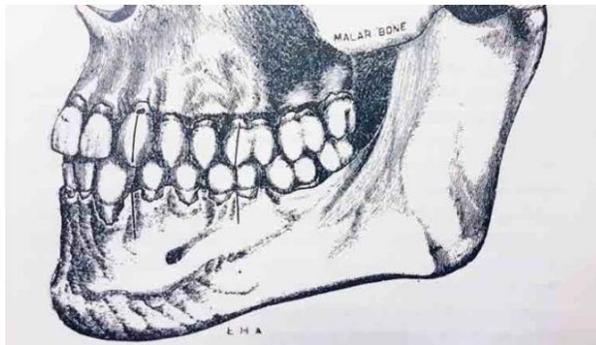
- La cúspide del canino superior ocluye en la relación interproximal del canino inferior y el primer premolar inferior.

En este tipo de maloclusión, puede presentarse un ligero apiñamiento en la zona anterior, así como dientes fuera de su arco dentario. Sin embargo, estos problemas no significan un reto mayor para el cirujano maxilofacial, y pueden ser resueltos con aparatología ortodóntica.⁹

El perfil facial del paciente puede ser recto. Además de que los sistemas óseos y neuromusculares están balanceados. También podemos encontrar una adecuada relación labial.¹⁰

Sin embargo, algunas de las alteraciones más frecuentes que podemos encontrar en sujetos clase I son: sobremordida horizontal; sobremordida vertical; mordida cruzada, anterior y posterior; mordida abierta anterior; línea media desviada, etc.

Es la meta u objetivo quirúrgico para alcanzar después de cirugía ortognática.



Opinomos-odontologicos-2 © Todos los derechos reservados por:
odontólogos de hoy. Obtenida de:

<https://www.odontologosdehoy.com/clases-de-angle/> Fecha: 13 de julio del
2021

Clase II: En algunos pacientes, según Okeson (12) existe una discrepancia ya sea porque la arcada superior es grande o presenta un desplazamiento anterior o la arcada mandibular es pequeña y tiene una situación posterior. Por

lo tanto, la ubicación del primer molar maxilar se situará en una posición más mesial con respecto al primer molar mandibular. A esta situación se le conoce como relación molar de clase II.

- La cúspide mesiobucal del primer molar mandibular contacta con el área de la fosa-cúspide del primer molar maxilar.
- La cúspide mesiobucal del primer molar mandibular está alineada sobre el surco bucal del primer molar maxilar.
- La cúspide distolingual del primer molar maxilar ocluye en el área de la fosa-cúspide del primer molar mandibular.
- La cúspide del canino superior ocluye delante de la unión interproximal del canino inferior y del primer premolar inferior.

Esta clase a su vez tiene dos subdivisiones, que están enteramente determinadas por la posición de los dientes anteriores en el arco dentario.

- Clase II División 1.

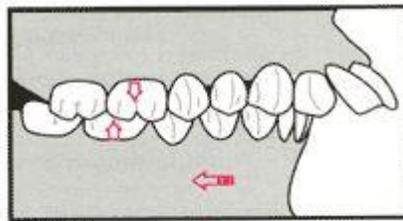
En esta subdivisión, es notablemente marcada una sobremordida horizontal, contacto incisal nulo y una resaltada protrusión incisal.

Este tipo de pacientes se caracterizan por poseer un perfil convexo, con una incompetencia labial que puede llevar a provocar hábito de labio inferior y de respiración bucal. ¹⁰

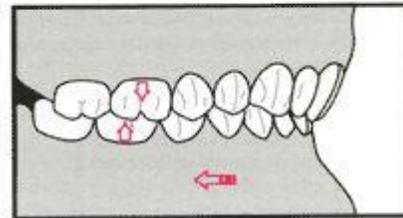
- Clase II División 2.

Los dientes incisivos centrales se encuentran retroinclinados y los incisivos laterales tienen una marcada inclinación vestibular. La sobremordida interincisiva aumenta. ¹¹

Facialmente podemos ver al paciente con macroquelia superior; así como una sonrisa gingival. Su perfil es “casi recto”, observando una ligera protrusión maxilar. Es ligeramente apreciable una hipertonicidad en los músculos del mentón.



CLASSE II division 1.



CLASSE II division 2.

Claseii © Todos los derechos reservados por: SphiaCl. Obtenida de:
<https://mind42.com/public/42693c70-7465-4995-a806-3607fa55771e> Fecha:
 14 de julio del 2021.

Clase III: Este tercer tipo de oclusión es característico de sujetos donde la mandíbula ha tenido un crecimiento mayor al maxilar. ¹² dentalmente estos pacientes se ven representados con lo siguiente:

- La cúspide distobucal del primer molar mandibular se encuentra en el espacio interproximal existente entre el segundo premolar y el primer molar maxilar.
- La cúspide mesiobucal del primer molar maxilar se sitúa entre el espacio interproximal que hay entre el primer y segundo molar inferior.
- La cúspide mesiolingual del primer molar maxilar está situada en la depresión mesial del segundo molar mandibular.
- La cúspide del canino superior ocluye por detrás de la unión interproximal del canino inferior y el primer premolar inferior.

Generalmente los pacientes con este tipo de maloclusión presentan una relación borde a borde, mordida cruzada anterior o mordida abierta.

Su tipo de perfil es cóncavo.



Imagen obtenida de: Tucker Myron R. B. Farrell Brian y Bauer Richard E. Cirugía oral y Maxilofacial contemporánea. Sexta edición. Barcelona, España. Elsevier. Pp. 520-563. Primer volumen. Corrección de las deformidades dentofaciales.

Este tipo de maloclusiones conllevan diferentes y múltiples dificultades tanto estéticos, como funcionales, alterando como consecuencia la condición sistémica, física y psicológica del paciente. Por lo cual, con el desarrollo de la odontología, se han ideado diferentes maneras para otorgarle al paciente un equilibrio bucomaxilofacial, siendo la cirugía ortognática el procedimiento ideal (Morales Trejo, 2015 (13)); la cual requiere de un arduo trabajo interdisciplinario entre el ortodoncista, el cirujano maxilofacial y otras especialidades médicas que pudiese necesitar el paciente en cada caso determinado.

Alteraciones óseas

Sin embargo, es fundamental entender de que el componente dental no va a ser únicamente la fuente de la problemática facial, y que diferentes tipos de alteraciones pueden existir por diversas etiologías, por ejemplo, las discrepancias óseas. En este sentido, las alteraciones de los huesos maxilares

pueden dividirse en tres tipos, dependiendo el plano anatómico con el que se relacionen: unas en sentido anteroposterior, en sentido vertical y en sentido transversal.³ este tipo de discrepancias van a afectar la posición y adecuación de los tejidos blandos, presentándose como malposiciones labiales y alterando principalmente la armonía relativa de los tercios faciales. A su vez, las arcadas dentales se verán seriamente comprometidas alterando sus funciones principales: fonación, masticación y deglución.

Según Myron Tucker (14), la fase del tratamiento quirúrgico va a depender del tipo de deformidad que se represente en la anatomía del paciente. A su vez este autor dividió los diferentes tipos de tratamiento según el componente esquelético afectado, siendo su clasificación la siguiente:

- Exceso mandibular: Este tipo de discrepancia provoca una oclusión alterada con relaciones molar y canina clase III y un resalte inverso en la zona anterior. Los pacientes con este tipo de deformidad presentan una prominencia del tercio inferior de la cara, provocando una inadecuada tensión de los músculos peribucales con mayor afección el músculo orbicular de los labios.
- Defecto mandibular: Este defecto óseo se asocia a una relación molar y canina de clase II según Angle, así como un mayor resalte en la zona incisal. Este tipo de pacientes también presentan un pliegue labiomentoniano excesiva que proporciona al labio inferior un aspecto de descolgamiento, a su vez una posición anómala al labio superior y un modelado insuficiente a la garganta, por lo cual este tipo de pacientes presentan dificultades al respirar debido a un tamaño disminuido de la vía área superior.
- Exceso del maxilar: Esta alteración ósea se puede expresar en los tres sentidos del espacio: anteroposterior, vertical o transversal.
 - Exceso vertical: Está asociado a maloclusiones dentales de clase I, clase II y clase III. A su vez se puede ver una deficiencia

transversal del maxilar con mordida cruzada posterior y con paladar y arcos dentales estrechos. También ciertos pacientes con mordida abierta anterior están relacionados con el exceso vertical del maxilar.

- Exceso anteroposterior: Los pacientes con esta deficiencia tienen un perfil convexo, asociado estrechamente a la protrusión incisal y a una relación oclusal de clase II.
- Exceso transversal: Este tipo de pacientes se presentan principalmente con mordida cruzada posterior.
- Defecto del maxilar y del tercio medio de la cara: La deficiencia del maxilar provocan una alteración de clase III con resalte anterior invertido, además de que parecen tener un labio superior retruído, defectos en el área infraorbitaria y paranasal, así como una insuficiente exposición de los dientes al sonreír y una hipertonicidad del músculo borla del mentón.
- Combinación de deformidades y asimetrías: En este apartado, se presentan diferente tipo de anomalías que pueden afectar el maxilar y la mandíbula, necesitando así la utilización de técnicas quirúrgicas mucho más complejas para resolver los problemas del paciente.

Técnicas empleadas

En cuestión de la cirugía ortognática, actualmente existen diversas técnicas bastante estudiadas y por lo tanto predecibles, que pueden ser aplicadas en el maxilar como en la mandíbula.

Es amplio el conocimiento existente acerca de los diversos tipos de osteotomías existentes hoy, sin embargo, su evolución y desarrollo inicia, según Morales Trejo (13), en el año de 1859 cuando el alemán Von Langenbeck retira un tumor ubicado en la nasofaringe. Pero no fue hasta el año de 1927 cuando Wassmund realizó la primera osteotomía maxilar con el fin de corregir una discrepancia craneofacial.

Su evolución continuó y no fue sino hasta la técnica de los sesenta cuando Obwegeser popularizó la técnica de Le Fort; mientras que Trunner y también Obwegeser popularizaron la osteotomía sagital de rama mandibular en 1957, que fue modificada en 1961 por Dal Pont, introduciendo un corte en bucal para incrementar la efectividad de la osteotomía.

Por lo tanto, los cirujanos maxilofaciales disponen de diferentes tipos de técnicas quirúrgicas que tendrán en común, según Anthony Pogrel (3), tres metas a seguir, que son:

- Funcional: No únicamente los clínicos se abocarán a establecer una oclusión adecuada y normal, sino que podrán abarcar otra variedad de problemas relacionados con los maxilares como: trastornos del habla, apnea del sueño, atrición dental, problemas periodontales y trastornos de la articulación temporomandibular.
- Estabilidad de los resultados: Este procedimiento quirúrgico al significar un proceso de renovación general por parte del paciente, pretende ser lo más estable posible después del tratamiento, ya que la experiencia en este campo permite conocer que ciertos movimientos ortodónticos, así como la influencia del sistema neuromuscular, alteran en una gran proporción los resultados a largo plazo, causando una reincidencia en los trastornos oclusales.
- Estética: Esta meta es, generalmente, la principal queja por parte de los pacientes. Por lo tanto, el cirujano maxilofacial debe de tener siempre en cuenta las expectativas del paciente, así como las limitantes y ofrecerle finalmente el resultado más adecuado conforme la situación específica del caso.

Es así como, en conjunto, el cirujano maxilofacial y el ortodoncista elaborarán un plan de tratamiento enfocándose en la problemática del paciente; el cirujano elegirá la o las técnicas más apropiadas para el caso.

Para esto, existen actualmente diferentes tipos de maniobras quirúrgicas que, dependiendo el sentido de la malformación, serán utilizadas. Estas se dividen principalmente según el hueso a manipular, pudiendo ser maxilar, mandibular o ambos.

Maxilar

- Osteotomía Le Fort 1: Este tipo de osteotomías se basan en la clasificación que propuso en 1901 el francés René Le Fort.¹³ la cual dibuja un trazo transversal de fractura maxilar, separando el proceso alveolar maxilar de los procesos pterigoideos, la pared lateral del seno maxilar, la pared lateral nasal y el tercio inferior del septo nasal, según lo describe Shahid R. Aziz (15) y Baltonado Adriana (16).

Este tipo de osteotomías están indicadas para solucionar o corregir deformidades maxilares en los tres sentidos espaciales.^{3, 17}

- Osteotomía segmentaria del maxilar: Esta técnica se realiza en conjunto con la fractura de Le Fort 1, pero puede diferenciarse por la separación del maxilar ya sea en dos o tres piezas.

La separación en dos piezas ayuda a corregir discrepancias transversales; mientras la formación de tres piezas óseas corrige las discrepancias tanto verticales como transversales.

Mandibular

- Osteotomía sagital de rama bilateral mandibular: Esta técnica consiste en reposicionar la mandibular a través de osteotomías mandibulares. Está indicada, según Brian B. Farrel (18), en la corrección de deformidades dentofaciales congénitas como deficiencia en el crecimiento mandibular, hiperplasia y asimetrías del tercio medio inferior; a su vez puede utilizarse en la corrección de deformidades faciales adquiridas a través del trauma facial, cirugías previas de neoplasias de cabeza y cuello y asimetrías y deformidades originadas por la articulación temporomandibular.

Por lo tanto, resultados más predecibles y funcionales dependen enteramente del diagnóstico adecuado del tipo de discrepancia ósea o dental; esto, permitirá al equipo médico-quirúrgico elegir la técnica o técnicas quirúrgicas más aptas, que brinde al procedimiento los mejores resultados.

Músculos de la masticación

El cambio producido después de la cirugía ortognática comprende y altera todos los componentes del sistema estomatognáticos, que van desde los tejidos duros como los huesos y las piezas dentales, hasta los tejidos blandos como nervios, mucosa, encía y músculos de la expresión facial y de la masticación.

Este último grupo de músculos, provenientes del primer arco faríngeo (19), son el principal conjunto muscular que se ve alterado al momento de realizar la cirugía ortognática; por lo cual, se han analizado diversos tipos de estudios que puedan analizar de manera satisfactoria la función y anatomía de este grupo de músculos.²⁰

En la siguiente tabla, se enlistan los músculos de la masticación, así como sus orígenes, inserciones, inervación e irrigación.

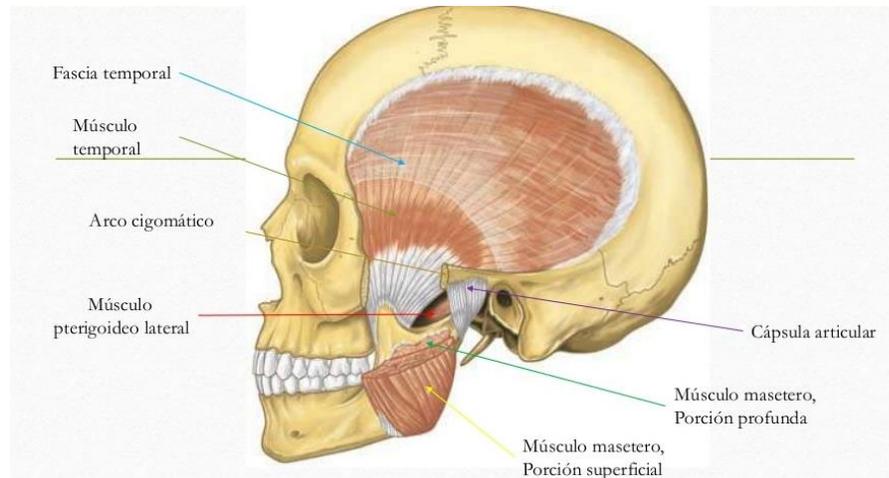
Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Vascularización
Temporal	Fosa temporal. Línea temporal inferior Cara medial del arco cigomático. Dos tercios superiores de la fascia temporal que lo recubre.	Proceso coronoides de la mandíbula en su cara medial y lateral y borde anterior y posterior.	Nervios temporales profundos anterior, medio y posterior. (V3)	Arterias temporales profundas. (Arteria maxilar)

Masetero	<ul style="list-style-type: none"> • Fascículo superficial: Borde inferior del proceso cigomático en sus dos tercios anteriores. • Fascículo medio: Toda la extensión del borde inferior del arco cigomático. • Fascículo profundo: Cara medial del arco cigomático y la parte proximal a la cara profunda de la fascia temporal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fascículo superficial: El ángulo, el borde y la parte inferiores de la cara lateral de la rama mandibular. • Fascículo medio: La cara lateral de la rama mandibular, superior a la inserción del fascículo superficial. 	Nervio maseterino (V3).	<p>Superficiales: Arterias facial y facial transversa.</p> <p>Profundas: Arteria maseterina (Arteria maxilar).</p>
----------	--	--	-------------------------	--

		<ul style="list-style-type: none"> Fascículo profundo : Cara lateral de la apófisis coronoides, superiormente a la inserción del fascículo medio e inmediatamente inferior al tendón del músculo temporal. 		
Pterigoideo medial (interno)	<ul style="list-style-type: none"> De la cara medial de la lámina lateral de la apófisis pterigoides; 	Cara medial del ángulo mandibular y de la rama mandibular, por debajo del	Nervio pterigoideo medial (V3).	Arterias pterigoideas (Arteria facial), y la arteria maxilar.

	<ul style="list-style-type: none"> • de la parte anterior de la lámina medial de la fosa pterigoidea, • Y del fondo de la fosa pterigoidea y de la cara posterior de la apófisis piramidal del hueso palatino. 	foramen mandibular.		
Pterigoideo lateral (externo):	<ul style="list-style-type: none"> • Cabeza superior o esfenoidal: En el ala mayor del hueso esfenoides, hasta su cresta infratemporal. • Cabeza inferior o pterigoidea: Cara lateral del proceso pterigoides; en la cara lateral de la apófisis piramidal del hueso palatino y en la parte adyacente a 	Las cabezas convergen en el borde anterior del fibrocartilago articular, y en la fosita anteromedial del cuello mandibular.	Nervio del músculo pterigoideo lateral (V3).	Ramas pterigoideas (arteria facial).

	la tuberosidad del maxilar.			
--	-----------------------------	--	--	--



músculos-de-la-masticación-mimica-nervio-facial-arteria-facial-y-faringe-4-1024

© Todos los derechos reservados por: Lourdes Fraile Ariza. Obtenido de:

[http://ui1anatomia2.blogspot.com/p/musculos-de-la-mimica-y-la-](http://ui1anatomia2.blogspot.com/p/musculos-de-la-mimica-y-la-masticacion.html)

masticacion.html Fecha: 16 de julio del 2021.

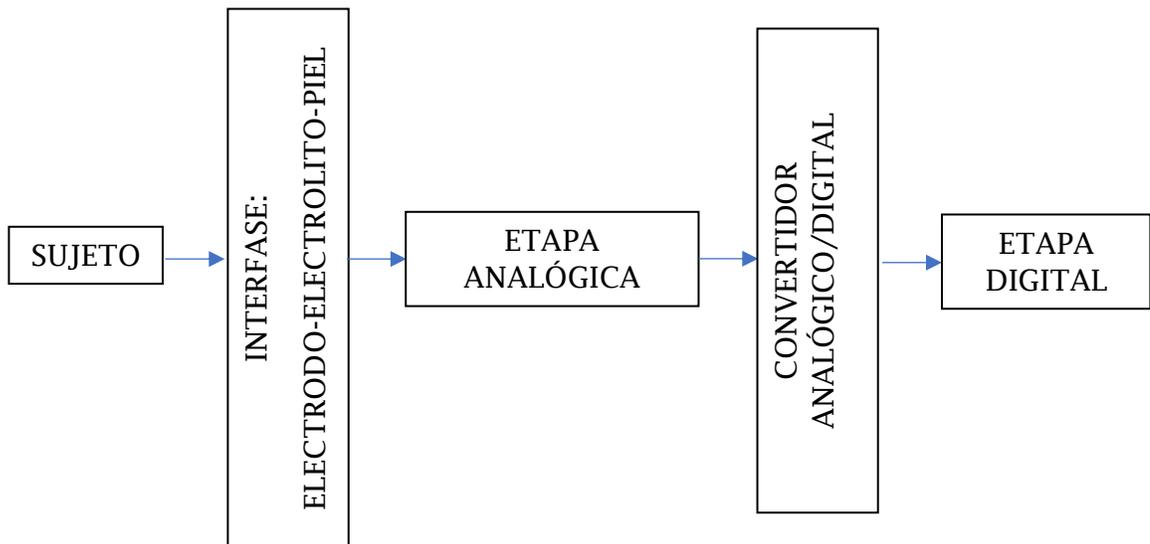
Una vez mencionados los músculos que participan en la función masticatoria, y los que se ven modificados principalmente al momento de realizar la cirugía ortognática, es fundamental explicar el tipo de estudio que se empleará para analizar los cambios, el cual es la electromiografía.

Electromiografía

El término “electromiografía” (EMG) lo podemos definir como el estudio relacionado con la detección, el análisis y el uso de la señal eléctrica generado cuando un músculo realiza un trabajo mecánico específico.²⁰ fisiológicamente, la señal utilizada en la EMG se basa en los potenciales de acción presentes cuando la fibra muscular se despolariza y repolariza. No indica la fuerza

ejercida por un músculo, sino que se centra en la actividad neuromuscular asociada al esfuerzo mecánico. De este estudio, sus características más importantes serán la frecuencia y la amplitud.^{20, 21}

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 Analógico/Digital: Convierte la señal EMG. 5.- Etapa Digital. Tomado y modificado de Caballero K, y colaboradores. Conceptos básicos para el análisis electromiográfico. Revista CES Odontología. 2002; 15 (1).²²

El aparato para utilizar es el electromiógrafo que, según Caballero K. y colaboradores, (22), es un amplificador de alta ganancia, el cual amplifica entre 200 y 5000 veces la señal muscular, con selectividad para frecuencia en el rango de 1-2 kHz.

Para captar la señal proveniente del músculo, se utilizan electrodos, los cuales, dependiendo de las necesidades del estudio, se elegirán entre tres: los electrodos de superficie (sobre la piel), electrodos internos (dentro de la piel) y microelectrodos (nivel celular).²² estos deberán localizarse en íntima relación con la masa muscular subyacente, paralelos a la inserción de las

fibras musculares y se deberá evitar la obstrucción de huesos y pliegues de la piel.

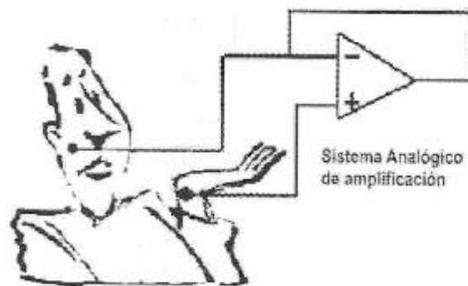
En el caso de los estudios relacionados con cirugía ortognática, los electrodos se colocarán por encima de la superficie de la piel, con un trayecto paralelo a las fibras de inserción musculares de los músculos en cuestión, debiendo evitar el contacto con huesos o pliegues cutáneos que puedan alterar las mediciones biológicas; a su vez, ciertas características físicas del paciente (tales como la edad, la posición del paciente, la composición y forma de la cara del paciente así como el tejido adiposo y conectivo) deben de tomarse en cuenta al momento de realizar el estudio y poder evitar ciertos datos erróneos o alterados.

La señal eléctrica es recogida por los electrodos y, según sea el objetivo del estudio, será utilizada o analizada. Según Caballero y colaboradores (22), el tamaño, la distancia interelectrodo, la composición química y la interfase electrodo-electrolito-piel, son algunas de las propiedades que pueden evaluarse después de la recolección de la señal.

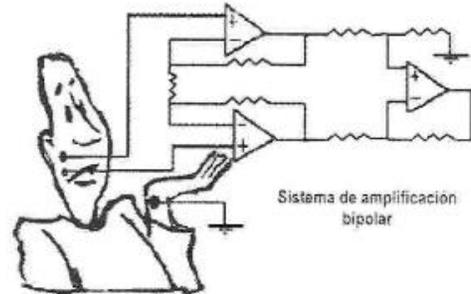
Amplificación de la señal

Como lo menciona Caballero y colaboradores (22), la señal emitida por los músculos de la masticación es pequeña (aproximadamente de 50 microvoltios), por lo que fácilmente puede ser alterada y, por ende, malinterpretada. Por lo tanto, se han establecido hasta la fecha dos mecanismos por los cuales se puede amplificar la señal: la amplificación monopolar y la amplificación bipolar.

Figura 2. Ejemplificación de la metodología usada para amplificar las señales tanto de forma monopolar como bipolar.



Gráfica 1. Amplificación monopolar. Se observa un electrodo de referencia y un electrodo con una sola superficie de detección.



Gráfica 2. Amplificación bipolar. Se observa un electrodo de referencia en la apófisis radial del cúbito y dos electrodos de detección ubicados en el músculo a evaluar, ambos electrodos activos se conectan a un amplificador diferencial que amplifica la diferencia de las dos señales permitiendo eliminar cualquier señal común como el ruido ambiental.

Tomado de Caballero K, y colaboradores. Conceptos básicos para el análisis electromiográfico. Revista CES Odontología. 2002; 15 (1).²²

El electrodo de referencia se debe de ubicar en una zona eléctricamente neutro o en una zona donde el músculo de interés no emita señales lo suficientemente notables. Los lugares que el autor Caballero y colabores (22) menciona son: el dorso de la mano, la frente, alrededor del cuello, el pecho, lóbulo de la oreja y en la apófisis radial del cúbito.

Cuantificación de la señal EMG

La forma más adecuada y sencilla para cuantificar los datos emitidos por el EMG es a través de tablas relacionando las técnicas agrupadas en análisis en el Dominio del tiempo y el Análisis en el Dominio de la Frecuencia.

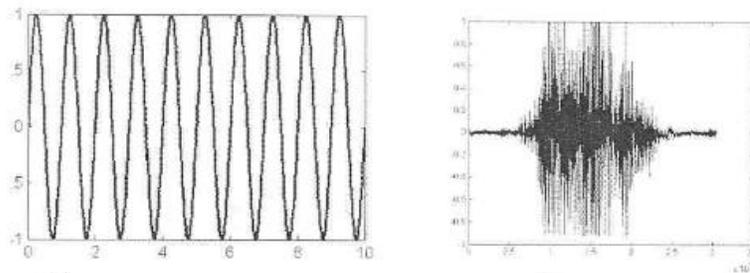
Análisis en el Dominio del tiempo

En este apartado, se toma en cuenta la variable independiente que en este caso es el tiempo dada en milisegundos con el voltaje. Esta se obtiene a partir de la onda cruda que resulta del registro electromiográfico del paciente.²⁴

también se va a considerar de relevancia a la frecuencia y la amplitud de la onda.

La onda cruda EMG es muy similar al registro de una onda periódica, por lo que el autor Caballero y colaboradores (22) las relacionan estrechamente para un mejor entendimiento y estudio.

Figura 3. Se presenta un ejemplo de una onda periódica y una onda EMG, en donde se puede observar su gran similitud.

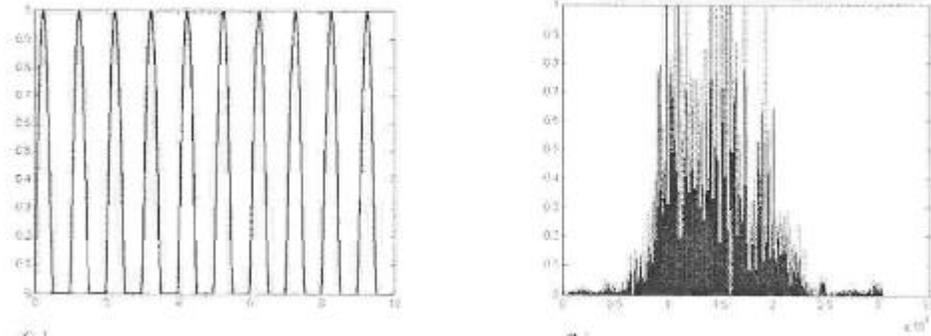


Tomado y modificado de Caballero K, y colaboradores. Conceptos básicos para el análisis electromiográfico. Revista CES Odontología. 2002; 15 (1).²²

Esta parte de una onda cruda y algunos autores la realizan de manera manual, aunque actualmente existen algoritmos de detección automática que funcionan de forma muy eficiente.²⁵

Para estudiar la onda, se debe de detectar y posteriormente rectificar la onda; posteriormente el análisis puede realizarse al estudiar los picos máximos de la señal, el análisis de la señal media y el análisis del voltaje promedio mediante la integración.

Figura 4. Ejemplo de la rectificación de onda de una onda cruda y de una onda EMG.



Tomado y modificado de Caballero K, y colaboradores. Conceptos básicos para el análisis electromiográfico. Revista CES Odontología. 2002; 15 (1).²²

El siguiente paso es la suma temporal o acumulación de la señal cruda EMG en un intervalo de tiempo correspondiente a la integración de la señal. El método que mejores resultados ofrece actualmente es el método o regla trapezoidal en donde se obtiene una aproximación del área bajo la curva de una función dividiéndola en n fajas de ancho Δx y aproximando el área de cada faja mediante un trapecio.

Figura 5: Imagen donde se puede observar el método de o regla trapezoidal para obtener el área por debajo de esta línea.

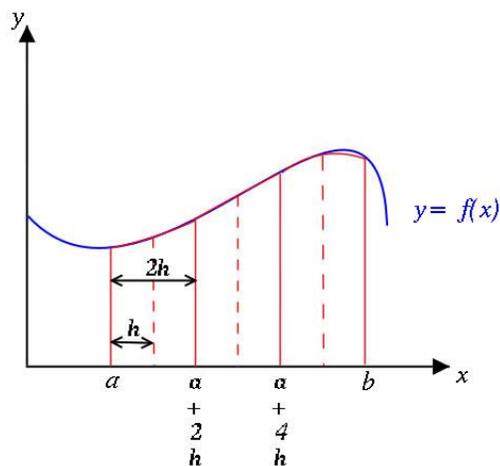
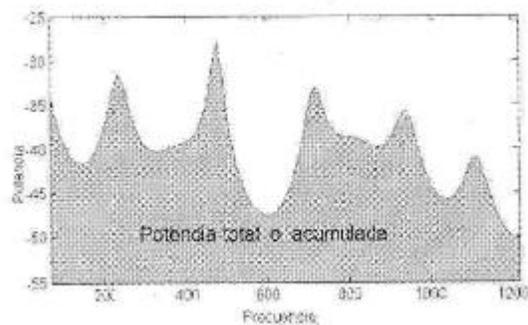


Image3 © Todos los derechos reservados por: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa. Fecha: 17 de julio del 2021. Obtenida de: <http://test.cua.uam.mx/MN/Methods/Integracion/Trapezoidal/Trapezoidal.php>

Análisis en el dominio de la frecuencia

En este rubro los puntos más importantes a valorar son: el pico de frecuencia, el pico de potencia y la potencia acumulada. Clínicamente las frecuencias altas se asocian a una mayor fortaleza o descanso muscular; mientras que las frecuencias bajas se relacionan a una menor fuerza o fatiga muscular.

Figura 6. Se representa la potencia total o acumulada que va a ser evaluada posteriormente.



Tomado y modificado de Caballero K, y colaboradores. Conceptos básicos para el análisis electromiográfico. Revista CES Odontología. 2002; 15 (1).²²

PLANTEAMIENTO

Las aplicaciones de la electromiografía son muy amplias, y en la cirugía ortognática es sumamente útil para analizar la función de diversos grupos musculares (en este caso, los de la masticación), después de la reposición ósea y de tejidos blandos. Sin embargo, dado a su costo, tiempo y los equipos y materiales necesarios para llevarla a cabo no es muy utilizada, por lo que la principal cuestión de esta revisión bibliográfica es:

¿Qué tantos estudios publicados existen acerca del uso de la EMG antes y después de realizar la cirugía ortognática en pacientes con algún tipo de alteración dentofacial?

JUSTIFICACIÓN

La existencia de diversas alteraciones craneomandibulares afectan casi a un 50% de la población estudiada por Tokunaga Sergio (23), alterando el aspecto funcional, además del estético, pero profundamente el psicológico, por lo que, en diversos casos, la cirugía ortognática es indicada con el objetivo de corregir estas alteraciones y brindarle al paciente un estado facial armónico.

Este procedimiento, como se ha venido mencionando anteriormente, provoca en el paciente cambios a nivel esquelético, nervioso y muscular, por lo que se han ingeniado diversos métodos para cuantificar dichas modificaciones, uno de estos estudios es la EMG. Sin embargo, dicho procedimiento no es aplicado ampliamente por el requerimiento de equipos costosos, así como mucho tiempo y materiales que no todos los consultados de práctica pública ni privada cuentan, por lo que los estudios publicados en diversos medios también suelen ser muy escasos.

Estos estudios pueden ayudar a valorar los cambios existentes en los músculos de la masticación, principalmente el temporal y el masetero, antes y después de la cirugía, por lo que podrán ser determinantes al momento de decidir si realizar una terapia miofuncional antes y/o después de la cirugía. Y, así pues, obtener resultados más estables a mediano y largo plazo. Por lo cual, la justificación de este trabajo se encamina en buscar bibliografía sobre protocolos clínicos al respecto del tema, y si no se encuentra la suficiente cantidad proponer un protocolo que se adecue a las necesidades clínicas del cirujano y ortodoncista y le brinde al paciente los mejores resultados.

TIPO DE ESTUDIO

Revisión de la literatura. Investigación cuantitativa. De tipo retrospectivo.

OBJETIVOS

Objetivo principal:

Analizar y evaluar la diferente bibliografía existente acerca de los cambios electromiográficos ocurridos antes y después de cirugía ortognática; y, en dado caso de que sea nula o insuficiente, proponer un protocolo de atención para posteriormente realizar este tipo de estudio en los pacientes quirúrgicos, sin importar su maloclusión o disfunción craneomaxilar.

Objetivo particular:

En dado caso que, si exista información suficiente, comparar los resultados entre las mediciones electromiográficas de los pacientes sometidos a cirugía ortognática con un grupo control de pacientes clase I y así evaluar que tanta discrepancia existe entre los pacientes quirúrgicos y los pacientes sin ningún tipo de alteración funcional.

También en cado caso que, exista la información suficiente, comparar los diferentes valores obtenidos entre los pacientes con maloclusiones de clase II y III operados.

HIPÓTESIS

Hipótesis principal

- Existen suficientes recursos literarios para poder establecer si existen cambios notorios en los músculos de la masticación antes y después de la cirugía ortognática (sin importar el tipo de maloclusión tratada quirúrgicamente).

Hipótesis secundarias:

- Las mediciones electromiográficas aumentarán en los pacientes quirúrgicos después de realizar la cirugía, sin embargo, no alcanzarán los valores presentados en pacientes sin realizar cirugía ortognática.
- El músculo masetero será el músculo que mayor grado de recuperación y mejoría funcional tendrá después de la cirugía.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló una revisión sistemática de diversos textos científicos relacionados al tema de “electromiografía en los músculos de la masticación en pacientes antes y después de cirugía ortognática”.

Estrategias de búsqueda

Se realizó una búsqueda sistemática en diferentes buscadores de carácter científico; inicialmente se llevó a cabo la investigación en Google Scholar ® de artículos publicados por diferentes universidad o autores tanto nacionales como internacionales. Esta búsqueda se realizó en español como inglés; no se limitó la fecha ni el país de procedencia del estudio. Posteriormente se utilizó el buscador Pubmed Medline ®, ocupando únicamente el idioma inglés para realizar dicha búsqueda. Finalmente, y aprovechando los recursos bibliográficos ofrecidos por la Universidad Nacional Autónoma de México utilizamos el buscador de la Biblioteca Digital de la misma Universidad. A su vez, hicimos uso de las referencias bibliográficas de los primeros trabajos encontrados, dichas referencias pudieron encontrarse en el trabajo de la autora Hilda González Olivares (20).

La búsqueda se realizó usando las palabras clave de “ortognática”, “cirugía”, “electromiografía” en la búsqueda realizada en español; mientras que la investigación en inglés se efectuó usando las palabras clave de “orthognathic”, “surgery”, “electromyography”.

Criterios de inclusión y exclusión

El primer criterio de inclusión aplicado fue el tiempo, ya que los estudios realizados en pacientes con cualquier tipo de maloclusión debieron haberse realizados por lo menos 1 mes antes y 6, 8, 9, 12 y/o hasta 36 meses después de la cirugía.

Se incluyeron los estudios que, además de contar con el tema propuesto en la línea de investigación, contaran con otros estudios relacionados a cuantificar la respuesta al cambio dado por la cirugía ortognática.

Se incluyeron los estudios realizados a pacientes con cualquier tipo de maloclusión, sin discriminar el tipo de malformación ósea; sin embargo, únicamente se incluyeron los estudios que se realizaron a pacientes sin algún tipo de tratamiento quirúrgico previo como el manejo de síndromes, el manejo de traumatismo o con alteración de la articulación temporomandibular.

Los estudios realizados tanto en animales como en humanos fueron incluidos; los estudios que cuantificaron la modificación bioeléctrica de algún otro tipo de grupo muscular fueron excluidos.

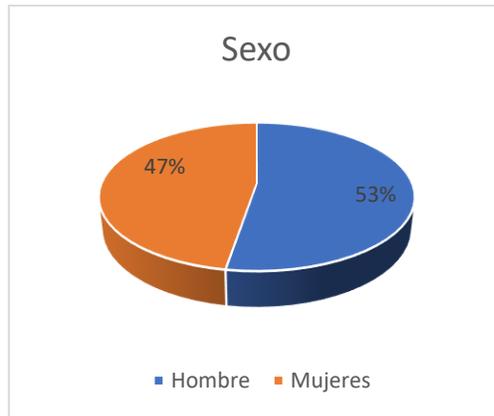
RESULTADOS

Al momento de seleccionar los recursos bibliográficos, 18 artículos y trabajos fueron encontrados según las especificaciones previas. De los cuales, 5 artículos fueron excluidos ya que uno de ellos medía modificaciones mioeléctricas de los músculos suprahioides en un grupo de 10 macacos, por lo cual no es de utilidad en este estudio. Los otros 4 reportes fueron excluidos ya que en ninguno de estos trabajos se realizaron estudios electromiográficos, y aunque se evaluaron a los pacientes antes y después de la cirugía ortognática, sus resultados y por ende sus conclusiones se alejaron de los objetivos de este proyecto.

De los trabajos incluidos para la investigación, el proyecto de la autora González Hernández Hilda (20) fue utilizado como base para este trabajo de investigación.

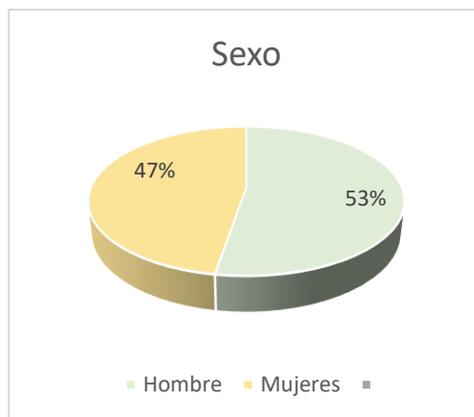
En total se estudiaron 13 trabajos bibliográficos, con diferentes metodologías científicas. En total se hicieron mediciones de 283 pacientes, siendo el promedio de 21.76 pacientes testeados. De los 283 pacientes, 100 fueron hombres, mientras 183 fueron mujeres, por lo cual el sexo masculino representó el 35% de los pacientes evaluados, mientras que el 65% de los pacientes evaluados fue comprendido por el sexo femenino.

Figura 7. Representación gráfica de la distribución por sexo de los pacientes evaluados.



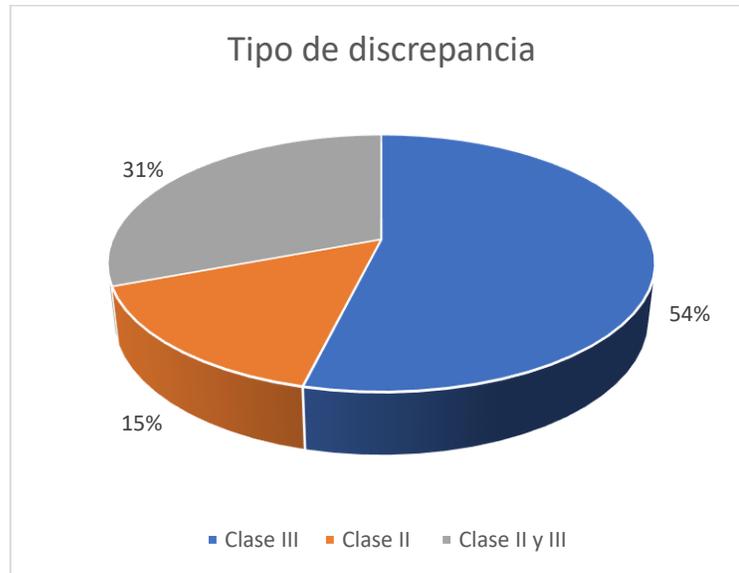
En 6 de los 13 proyectos, se utilizaron grupos de control, los cuales sirvieron para comparar los estudios Electromiográficos de los pacientes quirúrgicos con un grupo de personas que en su mayoría consistía en pacientes clase I de Angle, sin alteraciones miofuncionales aparentes, así como sin alteración de la articulación temporomandibular existentes. En los grupos de control se utilizaron un total de 190 pacientes, de los cuales 100 fueron hombres siendo el 53% del grupo control, mientras 90 fueron mujeres, representando el restante 47% del grupo control.

Figura 8. Representación gráfica de la distribución por sexo del grupo control.



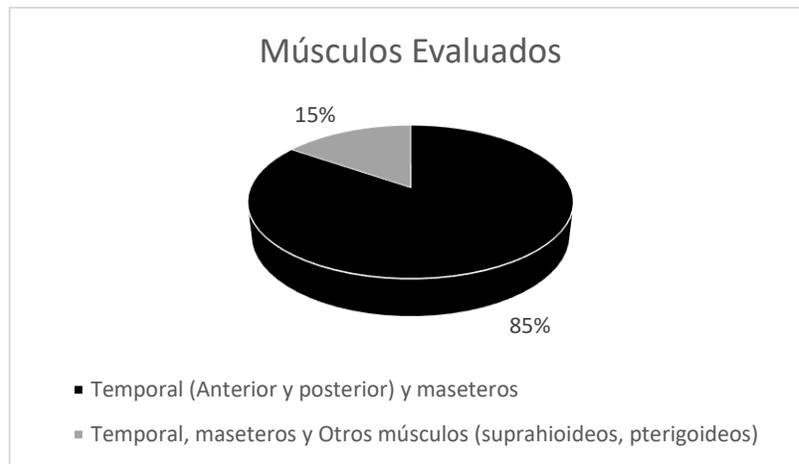
De los 13 proyectos presentados, 7 de ellos fueron realizados a pacientes con prognatismo, 4 a pacientes tanto con prognatismo y retrognatismo y 2 a pacientes retrognatas.

Figura 8. Representación gráfica del tipo de discrepancia dominante en los estudios investigados.



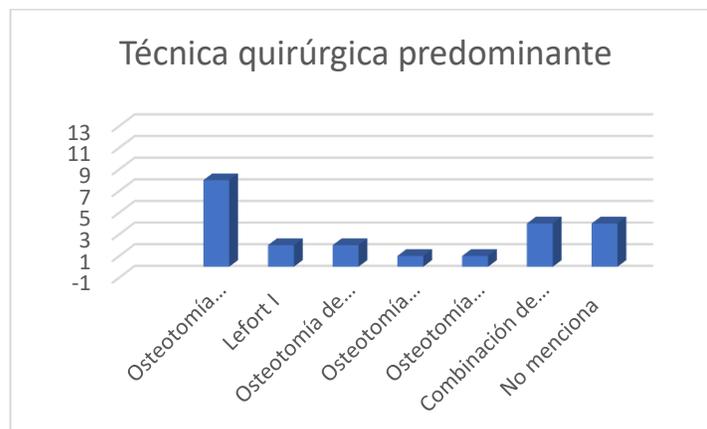
Con respecto a la evaluación muscular, la mayoría de los músculos evaluados fueron los maseteros y los temporales (de estos pudiendo evaluarse tanto las fibras anteriores como en ciertas ocasiones las posteriores), representando un 85% del porcentaje total de los estudios; el restante 15% correspondió a una evaluación tanto de los músculos previamente mencionados como de otros grupos musculares como pudieron ser los pterigoideos internos y los músculos suprahioideos.

Figura 9. Representación gráfica de los músculos evaluados en los artículos revisados.



En cuestión de la técnica quirúrgica, se puede mencionar que la técnica de osteotomía bilateral sagital de rama mandibular fue la más utilizada en los estudios, al ser mencionada en 8 de los 13 estudios por los autores, siguiendo después con una combinación de técnicas (ya sea de tipo maxilar o mandibular), después la técnica de Lefort I, la osteotomía de cuerpo mandibular, y por último dejando a las técnicas de osteotomía vertical de rama y la osteotomía oblicua subsigmoidea intraoral. Cabe mencionar que en 4 de los 13 estudios no mencionan la técnica realizada a los pacientes.

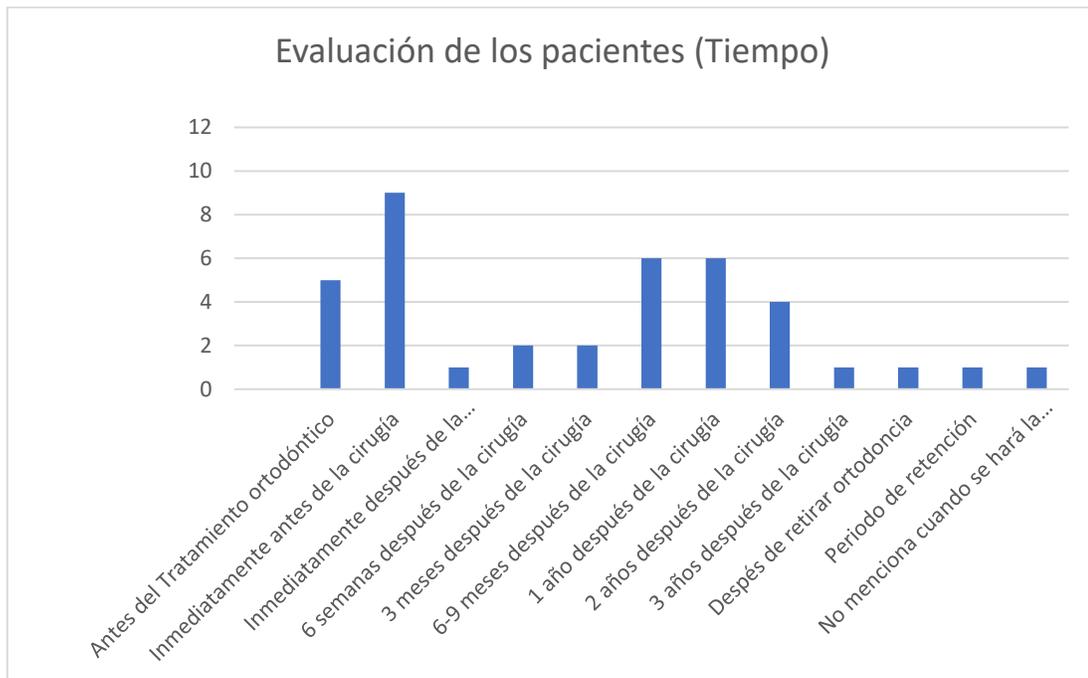
Figura 10. Técnica quirúrgica predominante en los estudios revisados.



Otro punto importante que considerar al momento de comparar los diversos trabajos bibliográficos publicados es que no existió una adecuación entre

cuando hicieron las mediciones a los pacientes quirúrgicos, ya que como algunos prefirieron realizar las mediciones desde la primera evaluación médico-clínica del paciente, sin realizar ningún tipo de tratamiento, como otros decidieron realizar la primera evaluación antes de la cirugía.

Figura 11. Evaluación electromiográfica de los pacientes en cuestión del tiempo.



En cuestión de los grupos control, el tiempo cuando se realizaron sus mediciones electromiográficas no se toma en cuenta ya que dichos valores no se alterarán con respecto a cuando se realicen.

En cuestión de los resultados, los valores expuestos en la totalidad de los estudios realizados previamente de la cirugía mostraron estimaciones bajas a comparación de los estudios realizados posteriormente al procedimiento quirúrgico, como se puede observar en la tabla 1.

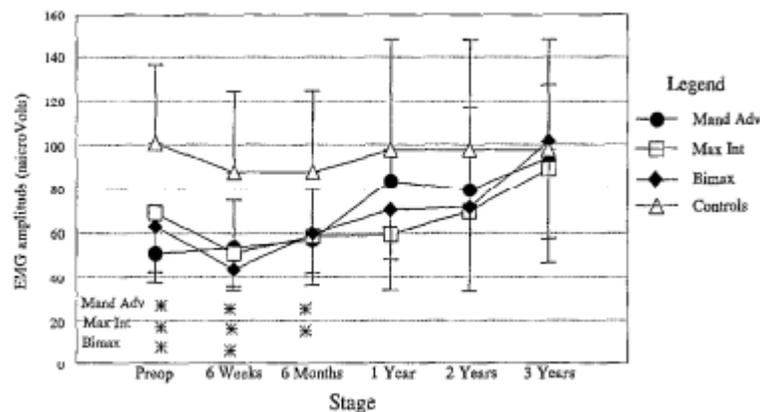
Table 1. VARIABLES DESCRIBING ORAL FUNCTION FOR PATIENTS, BEFORE AND AFTER SURGERY AND FOR CONTROLS

	Presurgical	Postsurgical	Control	Precontrol	Postcontrol
Median particle size (X_{50})	2.66 ± 0.93	2.27 ± 0.70	1.57 ± 0.31	‡	*
Maximum bite force (N)	336 ± 88	282 ± 119	569 ± 166	§	§
Maximum EMG (μ V)					
In maximal occlusion	1,254 ± 572	1,211 ± 402	1,959 ± 650	†	‡
Bite-force transducer in situ	1,324 ± 512	1,168 ± 419	2,138 ± 586	‡	§
EMG peak chewing (μ V)	607 ± 288	663 ± 221	969 ± 293	‡	*
Chewing cycle time (sec)					
Total	0.79 ± 0.07	0.75 ± 0.14	0.70 ± 0.09	*	
Closing phase	0.46 ± 0.06	0.43 ± 0.07	0.38 ± 0.06	*	

NOTE. Values are given as the mean ± SD. Degree of significance given for differences in values between controls and patients before surgery (precontrol) and after surgery (postcontrol): * $P < .05$, † $P < .01$, ‡ $P < .005$, § $P < .001$.
Abbreviation: EMG, electromyographic activity.

Tabla 1 obtenida y modificada de: van den Braber W, van der Glas H, van der Bilt A, Bosman F. Masticatory function in retrognathic patients, before and after mandibular advancement surgery. J Oral Maxillofac Surg. 2004 May;62(5):549-54.

Posteriormente, los valores electromiográficos tuvieron un crecimiento a la baja durante en mediciones inmediatas (6 semanas o 3 meses) pero que fueron creciendo conforme el tiempo. Esto se puede ejemplificar en la gráfica 1.



Gráfica 1 obtenida y modificada de Youssef RE, Throckmorton GS, Ellis E 3rd, Sinn DP. Comparison of habitual masticatory cycles and muscle activity before and after orthognathic surgery. J Oral Maxillofac Surg. 1997 jul;55(7):699-707; discussion 707-8. doi: 10.1016/s0278-2391(97)90581-4. PMID: 9216502.

A su vez, la tabla 2 nos ejemplifica que, aunque los valores electromiográficos de los pacientes quirúrgicos aumentaron en ninguno de los casos los valores llegan a equiparar o superar los valores de los grupos control.

Table 3. Median RMS values of EMG activity (in μ V) of the temporal (T) and masseter (M) muscles, bilaterally, in the situations of mastication (RMa and LMa) and biting for groups CG, P1 and P2

	RMa				LMa				Biting			
	T		M		T		M		T		M	
	ç	B	ç	B	ç	B	ç	B	ç	B	ç	B
GC	1474	743	580	174	922	1436	215	592	861	1449	251	602
P1	325	243	139	38	252	328	76	122	313	436	117	203
P2	665	500	317	99	472	620	133	296	483	709	164	330

Tabla 2 obtenida y modificada de Trawitzki LV, Dantas RO, Mello-Filho FV, Marques W Jr. Effect of treatment of dentofacial deformities on the electromyographic activity of masticatory muscles. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006 Feb;35(2):170-3. doi: 10.1016/j.ijom.2005.07.008. Epub 2005 Sep 8. PMID: 16154321.

DISCUSIÓN

Dado los resultados obtenidos de este estudio, podemos mencionar que la cantidad de estudios publicados en los diversos buscadores científicos es amplia, aunque carece de bastante variedad y por lo tanto los estudios carecen de una estructura previamente establecida, esto se puede comprobar al momento de notar que no existe concordancia en cuestión del número de pacientes, ni de la técnica quirúrgica empleada ni mucho menos en el tiempo que se realizaron las mediciones. Sin embargo, a pesar de todos estos sesgos encontrados, los resultados si fueron satisfactorios porque en todos los casos se pudieron evaluar discrepancias tanto pre como post quirúrgicas, entre los mismos pacientes y entre los pacientes y el grupo de control. Como lo menciona el autor Gianluigi Frongia (29), la adaptación de los componentes óseos como dentales afectará en gran medida la actividad electromiográfica de los músculos de la masticación, y esta premisa, en algunos estudios revisados está presente, ya que los diversos autores como Kobayashi (30), Shiratsuchi (31), van den Braber (26) y Grossi (32) mencionan que una mejor adaptación miofuncional va a estar sumamente relacionada a encontrar posteriormente una estabilidad oclusal armónica, que le permita al paciente realizar una actividad masticatoria no tortuosa, evitando traumatizar las fibras del ligamento periodontal y por ende mejorando la función en general.

Por otra parte, la cantidad de estudios realizados con grupo control fue suficiente para poder establecer que los pacientes sometidos a tratamientos quirúrgicos no podrán equiparar las mediciones electromiográficas de los pacientes con una oclusión adecuada, lo que se traduce a que los pacientes operados, por más tiempo que pase, no asemejarán una función parecida a los pacientes sin ningún tipo de alteración, esta conclusión es mencionada en los trabajos de los autores Trawitzki (28), Kobayashi (30), Yoshiko (33), Youseff (34), Tate (35) y Harper 36. Este punto es importante mencionar, ya que al tener en cuenta esto, los cirujanos y ortodoncistas podrán mencionar a

los pacientes que no se alcanzará un nivel similar a los grupos control, aunque si aumentará considerablemente su función en comparación a como se encontraban previo a la cirugía.

Este último punto, por lo tanto, establece una base para poder aconsejar a los pacientes y a los grupos médicos realizar diversas técnicas de rehabilitación miofuncional, que ayude a mejorar la función muscular; sin embargo, el punto crucial a tener en cuenta es que los ortodoncistas, en la etapa posquirúrgica, deben de poner hincapié en crear y adecuar una oclusión armoniosa y duradera que facilite de esta manera una mejor adecuación en su totalidad de los componentes del sistema estomatognático (músculos, huesos, dientes, ligamentos, articulación temporomandibular, encía, etc.) ya que como lo mencionamos previamente, estos actúan de forma conjunta.

CONCLUSIONES

El sistema estomatognático está compuesto por diversos elementos que en su unión participan de forma estable para brindar diversas funciones esenciales como la masticación, la fonación y la estética; a su vez este sistema se puede alterar por diversas alteraciones de origen multifactorial, por lo que su tratamiento puede ir desde lo más convencional hasta lo más radical como la cirugía.

Hablando del tratamiento quirúrgico, existen diversas técnicas que tienen como finalidad encontrar un resultado lo más funcional y adecuado posible. Sin embargo, la evaluación de los resultados fisiológicos de la cirugía es muy difícil que se aprecie de manera objetiva por lo que, como se ha mencionado previamente, se han creado e ingeniado diversos aparatos y/o técnicas que nos ayudan a evaluar la efectividad que tuvo la cirugía ortognática, uno de estos, como ya se mencionó, es la electromiografía.

Esta técnica, aunque bastante efectiva para reconocer la actividad bioeléctrica existente no es ampliamente usada en la práctica pública ni privada quirúrgica, esto debido a su costo, su necesidad de utilizar más tiempo que probablemente el paciente ni el evaluador tengan, desconocimiento u otros motivos; por lo tanto, los estudios publicados en diferentes buscadores de tipo científico son limitados y por lo mismo no existe una estandarización importante con respecto a los mismo. A pesar de estos sesgos, la información obtenida en los diversos trabajos publicados y encontrados son representativos e indicativos de que, sí existe diferencia entre la actividad eléctrica de los músculos de masticación antes y después de realizar cirugía ortognática, por lo que se puede inferir que el procedimiento quirúrgico si mejora la actividad electro funcional de los músculos de la masticación y, por ende, la función en general del sistema masticatorio.

En particular, la actividad muscular de tanto el músculo temporal como el músculo masetero se vio aumentada, sin embargo, al ser tipos de músculos

diferentes no se pudo establecer una relación en cuestión de cual mejoró su actividad más que otro. Lo que se puede decir en este punto, es que ambos músculos tuvieron una notable mejoría, pero no alcanzan a igualar valores de pacientes que no sufren ninguna alteración ósea ni dental.

También es importante tener en cuenta el tipo de técnica quirúrgica empleada para corregir la malformación, ya que este factor si es esencial con respecto a la anatomía previa de los músculos y una alteración de esta va a suponer una disminución o alteración en la actividad eléctrica.

En conclusión, la eficacia de la electroactividad muscular no debe basarse únicamente en una posición ósea diferente a la inicial, ya que como se observó en diversos estudios, el buen contacto y la armonía oclusal son fundamentales para evitar recidivas después de cirugía ortognática, por lo tanto, como sugerencia, es importante evaluar la actividad eléctrica muscular después de retirar la aparatología ortodóntica, en una etapa de retención donde es supuesto que la oclusión dada es la ideal.

Para finalizar, resultados más reales se podrán emitir al momento de realizar estudios de esta índole, por lo que queda abierto a cualquier equipo interdisciplinario a realizar sus mediciones electromiográficas conforme el siguiente protocolo.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Este trabajo no tiene la finalidad de publicitar ninguna marca de electromiográficos ni afines.

No existen conflictos de interés entre el autor y el asesor de este trabajo.

ANEXOS

Anexo 1: **CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN: “CAMBIOS EXPUESTOS EN LOS MÚSCULOS DE LA MASTICACIÓN (TEMPORAL Y MASETERO) ANTES Y DESPUÉS DE LA CIRUGÍA ORTOGNÁTICA.”**

Por _____ medio del presente, yo:

_____, autorizo

participar en este protocolo de investigación debido a que su médico le ha diagnosticado: _____.

Este procedimiento se inicia durante el crecimiento y desarrollo presentando una anomalía dentofacial en la edad adulta la cual se caracteriza por un crecimiento anormal del maxilar, de la mandíbula o ambos, presentando dificultades para masticar, respirar, así como alteraciones en la articulación temporomandibular, y una asimetría en su perfil facial. Diversos estudios previos han demostrado que existe una disminución funcional de los músculos encargados de la masticación, por lo cual se piensa que el procedimiento quirúrgico corregirá o mejorará esta situación. Por lo tanto, se le hace la más cordial invitación a participar en este estudio para poder identificar su función muscular que se evaluara por medio de un registro **electromiográfico**. Este estudio se realizará en tres momentos durante el tratamiento: **dentro de un mes antes del procedimiento quirúrgico, seis meses y un año después de la cirugía** realizada en: _____.

Estas mediciones nos ayudarán a conocer los cambios electromiográficos (cambios funcionales) en los músculos de la masticación después de realizarse la cirugía ortognática y demostrar la efectividad que tiene dicho procedimiento. En las pruebas electromiográficas se le colocarán dos electrodos superficiales (botones) a nivel de la mejilla de su cara y a nivel de la sien de ambos lados, así como uno en la frente; estos registros serán medidos sin masticar y masticando un chicle. A usted se le proporcionará los resultados de su función muscular antes y después de su cirugía ortognática. Esta evaluación es **GRATUITA**, además de que su participación es enteramente **VOLUNTARIA**.

Los riesgos en caso de aceptar participar en la evaluación electromiográfica son mínimo, pudiendo ser molestias en la colocación y al retirar los electrodos. Además de llegar a presentar cansancio de los músculos de la masticación (temporal anterior y masetero) por el esfuerzo de la masticación; en caso de ser así y de requerirse, se le proporcionará algún analgésico o desinflamatorio.

Si tiene cualquier duda o pregunta acerca de este estudio, puede comunicarse con: _____ al:

_____.

Su médico responsable del procedimiento quirúrgico el/la _____, estará disponible para responder cualquier pregunta adicional.

Su participación en este estudio es de carácter VOLUNTARIO, por lo que en cualquier momento de este usted puede retirar su consentimiento a participar en el estudio, sin que su tratamiento médico posterior se vea afectado.

YO: _____ HE
COMPRENDIDO CABALMENTE EL TIPO DE PROCEDIMIENTO Y
CARACTERÍSTICAS AL CUAL ME ESTOY SOMETIENDO, TENIENDO LA
COMPLETA LIBERTAD PARA PEDIR OTRA U OTRAS OPINIONES
PROFESIONALES, ADEMÁS, SE ME HAN EXPLICADO DE
MANERA COMPENSIBLE Y EN MI IDIOMA LOS RIESGOS A LOS CUALES
ESTOY EXPONIENTOME.

**AVALO CON MI FIRMA O HUELLA, BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD,
TODOS LOS INCISOS DE LA PRESENTE RESPONSABILIDAD DANDO MI
CONSENTIMIENTO PLENAMENTE INFORMADO.**

Nombre del paciente y firma: _____

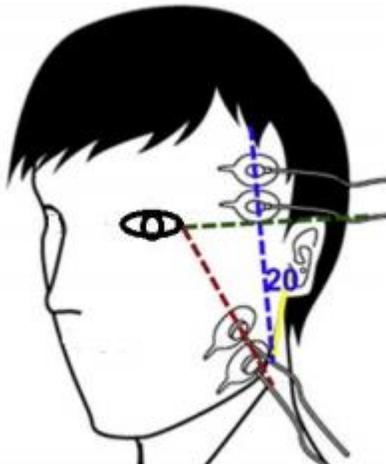
Testigo o familiar del paciente: _____

Médico: _____

Testigo médico: _____

Anexo 2: Protocolo de evaluación Electromiográfica para pacientes antes y después de cirugía ortognática.

1. Recolección de los pacientes para evaluación electromiográfica. (Se recomienda juntar un aproximado de entre 10 a 20 pacientes con algún tipo de alteración maxilofacial).
2. Llenado de historia clínica relevante para el procedimiento.
3. Llenado y aceptado por parte del paciente del consentimiento informado. (Anexo 1 de este trabajo de investigación).
4. **Realización de la primera prueba EMG:** un día antes de la cirugía o, en dado caso de no realizarse un día antes, en el momento que se haya finalizado la desprogramación ortodóntica aproximadamente un mes antes de la cirugía. (Para colocar los electrodos, se utilizó la guía propuesta por Castroflorio y cols.³⁷ mencionado por González Olivares Hilda²⁰ En el caso de los músculos maseteros, la colocación de los electrodos se propone se realice siguiendo una línea del canto externo del ojo al gonion, y para los temporales se debe de realizar 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. Este protocolo se ejemplifica en la siguiente imagen).



1. Figura 1. Posición de los electrodos para el registro electromiográfico de los maseteros y los músculos temporales. Tomado de González Olivares Hilda. Evaluación de los cambios electromiográficos en los músculos masetero y temporal en pacientes con prognatismo antes y después de la cirugía ortognática. [Tesis de maestría]. Ciudad de México, México. Universidad Nacional Autónoma de México. 2017
5. La piel que cubre los músculos de la masticación se limpiará con alcohol para impedir la inferencia eléctrica; a su vez, se colocará un gel conductor para mejorar el contacto eléctrico entre la piel y el electrodo.

6. Se conectarán los electrodos a la consola para su registro electromiográfico. Dependiendo la marca del electromiógrafo y sus características, se hará el registro e interpretación de las señales electromiográficas, según indica los fabricantes de este.
7. Las mediciones funcionales se pueden realizar, según nuestra propuesta, en tres momentos: posición fisiológica de descanso, máxima intercuspidad y en el momento máximo de mordida. Si es posible, se le recomienda al paciente morder un chicle de goma previamente húmedo en la boca al momento de realizar la máxima mordida.
8. Dejar reposar al paciente entre cada medición es fundamental.
9. **Repetir la evaluación electromiográfica.** Esta segunda evaluación se repetirá en un periodo de 6 semanas posteriores a la cirugía. Se repetirán los pasos previamente mencionados.
10. **Repetir la evaluación electromiográfica.** Esta tercera evaluación se repetirá en un periodo de 6 meses posteriores a la cirugía. Se repetirán los pasos previamente mencionados.
11. **Repetir la evaluación electromiográfica.** Esta cuarta evaluación se repetirá en un periodo de 1 año posterior a la cirugía. Se repetirán los pasos previamente mencionados.
12. **Repetir la evaluación electromiográfica.** Esta quinta y última evaluación se repetirá en un periodo de 2 a 3 años a la cirugía. Se repetirán los pasos previamente mencionados. En esta última prueba se podrá cuantificar los valores actuales del paciente, ya encontrándose en una etapa ortodóntica de retención, con una oclusión lo más ideal posible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. María Estela Raffino. Investigación cualitativa y cuantitativa [Internet]. En Argentina. Concepto. De. Última edición: 13 de agosto del 2020. [Consultado el 29 de octubre del 2020]. Disponible en: <https://concepto.de/investigacion-cualitativa-y-cuantitativa/>
2. Ramírez S Hernán, Pavic N María Elsa, Vásquez B Mauricio. Cirugía ortognática: diagnóstico, protocolo, tratamiento y complicaciones. Análisis de experiencia clínica. Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello [Internet]. 2006 dic [Consultado el 15 de septiembre del 2020]: 66 (3): 221-231. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-48162006000300008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48162006000300008.4>
3. M. Anthony Pogrel, Karl-Erik Kahnberg, Lars Andersson. Essentials of Oral and Maxillofacial surgery. Primera edición. Nueva Jersey, Estados Unidos. Willey Blackwell. 2014. 315-330. Primer volumen. Correction of dentofacial deformities.
4. Claudia Ivonne Rodríguez Castañeda, Luis Pablo Cruz Hervert, Eduardo Llamosas Hernández, Luis Antonio García Espinosa, Nicolás Pacheco Guerrero, Julio Morales González, Fernando Ángeles Medina Cambios de la actividad electromiográfica durante las diferentes fases del tratamiento de ortodoncia: resultados de una prueba piloto. RMO. [Internet]. Octubre-diciembre 2017 [Consultado el 29 de octubre del 2020]. Vol 5, Núm. 4. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortodoncia/mo-2017/mo174f.pdf>
5. Álvarez Fiallo Roger, Santos Anzorandia Carlos, Medina Herrera Esther. Desarrollo histórico y fundamentos teóricos de la electromiografía como medio diagnóstico. Rev Cub Med Mil

- [Internet]. 2006 dic [consultado el 28 de octubre del 2020]; 35(4).
Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-
6. Tortora Gerard J, Derrickson Bryan. Principios de anatomía y fisiología. Décimo tercera edición. Ciudad de México. Panamericana. 2011. 327-365. Primer volumen. Tejido muscular.
 7. Grossi, Giovanni, Garagiola Umberto, Santoro Franco. Measuring effectiveness of orthognathic surgery by electromyography: a retrospective clinical study. Edizioni Minerva médica. Junio del 2017. [Citado 2020 sep 15]; 66 (3). 98-106
 8. Gómez Gómez Verónica, Fernández López Antonio, Pérez Tejada Haroldo Elorza. Características cefalométricas presentes en la maloclusión clase I en el Departamento de Ortodoncia de la DEPel. Rev. Odont. Mex [revista en la Internet]. Marzo 2011 [consultado el 15 de septiembre del 2020]; 15(1): 14-20. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2011000100003&lng=es.
 9. Francisco Javier Ugalde Morales; Clasificación de la maloclusión en los planos anteroposterior, vertical y transversal. Revista ADM [Internet]. Mayo-junio 2007. [Consultado el 3 de noviembre del 2020]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2007/od073d.pdf>
 10. Pérez Torres Raúl. Malposiciones y maloclusiones. En: Dr. Juan Morales Pacheco. Manual de introducción a la ortodoncia. Segunda edición. Ciudad de México, México. Editorial Cineco. 2005; pp... 41-60
 11. Pacheco Guerrero Nicolas, Morales González Julio. Libro electrónico de oclusión @Epub3. DGAPA. UNAM. Ciudad de México. PAPIME 2015. Ediciones electrónicas. 2015. Pp- 97

12. Okeson Jeffrey P. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. Séptima edición. Barcelona, España. Elsevier. Pp. 46-61. Primer volumen. Alineación y oclusión de los dientes.
13. Morales Trejo Benjamín. Complicaciones en cirugía ortognática. Conceptos actuales y revisión de la literatura. Revista ADM [Internet]. Julio 2015. [Consultado el 14 de julio del 2021]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2015/od155c.pdf>
14. Tucker Myron R. B. Farrell Brian y Bauer Richard E. Cirugía oral y maxilofacial contemporánea. Séptima edición. Barcelona, España. Elsevier. Pp. 547-592. Primer volumen. Corrección de las deformidades dentofaciales.
15. Shahid R. Aziz. Atlas of operative Oral and Maxillofacial surgery. Primera edición. Iowa, Estados Unidos. Wiley Blackwell. Pp. 141-145. Primer volumen. Le Fort Fractures.
16. Adriana Baltodano Acuña. Trauma Máxilofacial. Revista Médica y centroamericana LXXIII. [Internet]. 2016. [Citado el 14 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmedcoscen/rmc-2016/rmc163bf.pdf>
17. Chol Christopher, Farrell Brian B, Tucker Myron R. Atlas of operative oral and maxillofacial surgery. Primera edición. Iowa, Estados Unidos. Wiley Blackwell. Pp 209-219 Primer volumen. Maxillary Surgery.
18. Farrell Brian B., Tucker Myron R. Atlas of operative oral and Maxillofacial surgery. Primera edición. Iowa, Estados Unidos. Wiley Blackwell. Pp 220-234. Primer volumen. Mandibular osteotomies.
19. T. W. Sadler. Embriología médica. Décimo cuarta edición. Buenos Aires, Argentina. Wolters Kluwer. Pp. 284-312. Primer volume. Cabeza y cuello.

20. González Olivares Hilda. Evaluación de los cambios electromiográficos en los músculos masetero y temporal en pacientes con prognatismo antes y después de la cirugía ortognática. [Tesis de maestría]. Ciudad de México, México. Universidad Nacional Autónoma de México. 2017
21. Guzmán-Muñoz Eduardo, Méndez-Rebolledo Guillermo. Electromiografía en las Ciencias de la Rehabilitación. Salud, Barranquilla [Internet]. Diciembre 2018 [Citado el 24 de diciembre del 2020]; 34(3): 753-765. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522018000300753&lng=en.
22. Caballero K, et al. Conceptos básicos para el análisis electromiográfico. Revista CES Odontología. [Internet]. 2002 [Citado el 16 de abril del 2021]; 15 (1). 41-50. Disponible en: <https://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/view/596/350>
23. Tokunaga C Sergio, Katagiri K Mario, Elorza PT Haroldo. Prevalencia de las maloclusiones en el Departamento de Ortodoncia de la División de Estudios de Postgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Rev. Odont. Mex [revista en la Internet]. Diciembre 2014 [citado el 17 de julio del 2021]; 18(3): 175-179. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2014000300005&lng=es.
24. Castellanos P, Godínez R, Jiménez I, Medina V. Electrofisiología humana, un enfoque para ingenieros. Ed. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 1997: 346
25. Abbink JH, van der Bilt A, van der Glas HW, Detection of the surface electromyogram of human jaw muscles during fatigue. Arch Oral Biol. 1981; 26(7): 547-553

26. van den Braber W, van der Glas H, van der Bilt A, Bosman F. Masticatory function in retrognathic patients, before and after mandibular advancement surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004 May;62(5):549-54.
27. Youssef RE, Throckmorton GS, Ellis E 3rd, Sinn DP. Comparison of habitual masticatory cycles and muscle activity before and after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997 Jul;55(7):699-707; discussion 707-8. doi: 10.1016/s0278-2391(97)90581-4. PMID: 9216502.
28. Trawitzki LV, Dantas RO, Mello-Filho FV, Marques W Jr. Effect of treatment of dentofacial deformities on the electromyographic activity of masticatory muscles. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006 Feb;35(2):170-3. Doi: 10.1016/j.ijom.2005.07.008. Epub 2005 Sep 8. PMID: 16154321.
29. Frongia G, Ramieri G, De Biase C, Bracco P, Piancino MG. Changes in electric activity of masseter and anterior temporalis muscles before and after orthognathic surgery in skeletal class III patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013 Oct;116(4):398-401. Doi: 10.1016/j.oooo.2013.06.008. PMID: 24035106.
30. 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 Aug;39(4):260-5. Doi: 10.1054/bjom.2000.0576. PMID: 11437420.
31. Shiratsuchi Y, Kouno K, Tashiro H. Evaluation of masticatory function following orthognathic surgical correction of mandibular prognathism. *J Craniomaxillofac Surg.* 1991 Oct;19(7):299-303. Doi: 10.1016/s1010-5182(05)80336-1. PMID: 1752969.
32. Grossi GB, Garagiola U, Santoro F. Measuring effectiveness of orthognathic surgery by electromyography: a restrospective clinical study. *Minerva Stomatol.* 2017 Jun;66(3):98-106. Doi:

- 10.23736/S0026-4970.17.03993-0. Epub 2017 Feb 9. PMID: 28181788.
33. Nakata Y, Ueda HM, Kato M, Tabe H, Shikata-Wakisaka N, Matsumoto E, Koh M, Tanaka E, Tanne K. Changes in stomatognathic function induced by orthognathic surgery in patients with mandibular prognathism. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007 Mar;65(3):444-51. Doi: 10.1016/j.joms.2005.12.071. PMID: 17307591.
34. Youssef RE, Throckmorton GS, Ellis E 3rd, Sinn DP. Comparison of habitual masticatory cycles and muscle activity before and after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997 Jul;55(7):699-707; discussion 707-8. Doi: 10.1016/s0278-2391(97)90581-4. PMID: 9216502.
35. Tate GS, Throckmorton GS, Ellis E 3rd, Sinn DP. Masticatory performance, muscle activity, and occlusal force in preorthognathic surgery patients. *J Oral Maxillofac Surg.* 1994 May;52(5):476-81; discussion 482. Doi: 10.1016/0278-2391(94)90344-1. PMID: 8169710.
36. Harper RP, de Bruin H, Burcea I. Muscle activity during mandibular movements in normal and mandibular retrognathic subjects. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997 Mar;55(3):225-33. Doi: 10.1016/s0278-2391(97)90530-9. PMID: 9054910.
37. Castroflorio T, Farina D, Bottin A, Piacino MG, Bracco P, Merletti R. Surface EMG of jaw elevator muscles: effect of electrode location and inter-electrode distance. *J Oral Rehabil.* 2005 Jun;32(6):411-7. Doi: 10.1111/j.1365-2842.2005.01442. x. PMID: 15899019.