



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad de Ortodoncia

“Actividad electromiográfica de los músculos masetero y esternocleidomastoideo en sujetos con asimetría facial y su asociación con la presencia de escoliosis idiopática”

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la
Especialidad de Ortodoncia

Presenta:

C.D. Lizeth Alejandra Morales Rivas

Dirigido por:

Dra. en C. Aidé Terán Alcocer

Dra. en C. Aidé Terán Alcocer
Presidente

C.D.E.O. Luis Alberto Anguiano Martínez
Secretario

Dra. Elisa Rebeca Ascencio Rentería
Vocal

C.D.E.O. Omar Editson Amador Resendiz
Suplente

M. en I. Liliana Susana Collazo de la Rosa
Suplente

Centro Universitario,
Querétaro, Qro. 2 de Abril de 2024
México

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

Resumen

Introducción: La desviación mandibular no solo puede provocar alteraciones en la ATM, asimetría facial, alteración de la actividad eléctrica de los músculos de cabeza y cuello, sino que también repercute en la coordinación de los músculos simétricos del tronco.

Objetivo: El propósito de este estudio fue determinar la actividad electromiográfica de los músculos masetero y esternocleidomastoideo, y su asociación con la presencia de escoliosis idiopática en individuos con asimetría facial.

Material y métodos: Tipo de estudio prospectivo; transversal, observacional, descriptivo. Se realizó mediante el análisis de correlación de Rho de Spearman para las variables nominales. El tamaño de la muestra se compuso de 32 sujetos de 9 a 61 años de edad que acudieron a la clínica de ortodoncia de la Universidad Autónoma de Querétaro en un periodo de julio del 2021 a febrero del 2022.

Se determinó la presencia de asimetría facial mediante un registro fotográfico. Se realizó el registro electromiográfico del músculo masetero durante el reposo y la contracción máxima, y del músculo esternocleidomastoideo durante el reposo y la deglución mediante un electromiógrafo de superficie. Finalmente se realizó la prueba de Adams con la ayuda de un escoliómetro para determinar la presencia de escoliosis midiendo la curvatura de la parte superior, media e inferior de la columna vertebral de cada individuo.

Resultados: El 34.4% de los sujetos estudiados presentaron asimetría facial debido a una masticación unilateral. La actividad eléctrica del músculo masetero y esternocleidomastoideo mostró una correlación estadísticamente significativa con un valor de $p=.004$, asimismo se encontró una significancia estadística con un valor de $p=.003$ de la actividad eléctrica de los músculos masetero y ECM con el lado de la desviación mandibular en los sujetos con asimetría facial por masticación unilateral. El 84.4% mostraron escoliosis menor a 9° .

Conclusiones: Existe una correlación significativa de la actividad eléctrica del músculo masetero y ECM. Los sujetos con desviación mandibular por masticación unilateral mostraron una relación significativa con la mayor actividad de los

músculos masetero y ECM. La presencia de escoliosis está asociada con la asimetría facial por desviación mandibular no debida a una masticación unilateral.

Palabras clave: Asimetría facial, electromiografía, músculo masetero, músculo esternocleidomastoideo (ECM), escoliosis.

Summary

Introduction: Mandibular deviation can not only cause alterations in the TMJ, facial asymmetry, and alteration of the electrical activity of the head and neck muscles but also has an impact on the coordination of the symmetrical muscles of the torso.

Objective: The purpose of this study was to determine the electromyographic activity of the masseter and sternocleidomastoid muscles, and its association with the presence of idiopathic scoliosis in individuals with facial asymmetry.

Material and methods: Type of prospective study; transversal, observational, and descriptive. The study used Spearman's Rho correlation analysis for the nominal variables. The sample size consisted of 32 subjects between 9 and 61 years of age who attended the orthodontic clinic at the Autonomous University of Querétaro during a period from July 2021 to February 2022.

The presence of facial asymmetry was determined through a photographic record. The electromyographic recording of the masseter muscle was registered during rest and maximum contraction, and the sternocleidomastoid muscle during rest and swallowing using a surface electromyograph. Finally, the Adams test was performed with the help of a scoliometer to determine the presence of scoliosis by measuring the curvature of the upper, middle, and lower parts of the spine of everyone.

Results: 34.4% of the subjects studied presented facial asymmetry due to unilateral chewing. The electrical activity of the masseter and sternocleidomastoid muscles showed a statistically significant correlation with a value of $p=.004$, likewise, a statistical significance was found with a value of $p=.003$ of the electrical activity of the masseter and SCM muscles with the side of mandibular deviation in subjects with facial asymmetry due to unilateral chewing. 84.4% of the subjects showed scoliosis of less than 9° .

Conclusions: There is a significant correlation between the electrical activity of the masseter muscle and ECM. Subjects with mandibular deviation due to unilateral chewing showed a significant relationship with greater activity of the masseter and ECM muscles. The presence of scoliosis is associated with facial asymmetry due to mandibular deviation not due to unilateral chewing.

Keywords: Facial asymmetry, electromyography, masseter muscle, sternocleidomastoid muscle (SCM), scoliosis.

Dedicatorias

A mis padres, quienes me han brindado su apoyo incondicional en cada paso que doy. A mi madre, mi pilar inquebrantable, quien con su ejemplo me ha demostrado que en esta vida todo es posible. A mi padre, mi confidente y amigo, quien siempre me ha dado las palabras de aliento necesarias para continuar adelante.

A mis hermanos, quienes me inspiran a mejorar constantemente siendo los mejores aliados de cada proyecto de mi vida.

A mi esposo, quien me ha demostrado su total admiración y con su amor infinito me impulsa a alcanzar mis objetivos.

Este logro no sólo es mio, si no, también de ustedes. Gracias por ser partícipes de todos los momentos trascendentales que van dejado una huella imborrable en el camino de mi vida.

Agradecimientos

A mi directora de tesis, Doctora Aidé Terán Alcocer, quien representa una influencia notable en el campo de la ciencia y la enseñanza. Aprecio sinceramente la invaluable contribución que ha hecho a mi formación académica.

Gracias infinitas por su apoyo y la orientación experta que me brindó durante todo este proceso, ha sido un honor trabajar de la mano con usted.

A mis maestros, reitero mi más profundo agradecimiento y admiración a cada uno de los docentes que marcaron una huella indeleble en el camino de mi preparación académica. Gracias por transmitir con tanta sabiduría, pasión y entusiasmo cada una de las enseñanzas que enriquecieron mi época de aprendizaje y que ahora respaldan mi desarrollo profesional.

A Conacyt, gracias por el sustento que me brindaron para la realización de mi tesis. Su generoso apoyo financiero y el compromiso con la investigación han sido fundamentales para la culminación de este proyecto. Gracias por contribuir al avance de la ciencia y por ser parte fundamental de mi desarrollo académico.

Indice

| | |
|--|-----------|
| Summary | 4 |
| Dedicatorias | 6 |
| Agradecimientos | 7 |
| Indice | 8 |
| I. INTRODUCCIÓN | 9 |
| II. REVISIÓN DE LA LITERATURA | 11 |
| Asimetría facial..... | 11 |
| Músculos | 15 |
| Actividad electromiográfica | 18 |
| Columna vertebral | 22 |
| III. METODOLOGÍA | 29 |
| Análisis estadístico..... | 34 |
| Consideraciones éticas | 35 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 36 |
| Resultados..... | 36 |
| Discusión | 40 |
| Propuestas | 45 |
| Bibliografía | 46 |
| Anexos | 53 |

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, en las diferentes especialidades de la clínica odontológica, son utilizados los registros electromiográficos como un elemento auxiliar en la evaluación de diferentes alteraciones, como son, las disfunciones temporomandibulares, cefaleas por tensión, dolor y sobrecarga de los músculos temporales y del cuello. Se ha constatado una diferencia significativa entre los patrones de desplazamiento del cóndilo del lado de trabajo y balance durante las diferentes fases de la masticación (Tomonari et al. 2017). También se ha mostrado una fuerte correlación entre el lado de masticación unilateral y los parámetros oclusales en máxima intercuspidad (Haralur et al. 2019), así como, evidencia de asimetría muscular del masetero en oclusión habitual durante el máximo apretamiento (Coelho-Ferraz, Bérzin, and Amorim 2008). Por otro lado, existe una relación estrecha entre los trastornos de visión y la simetría facial y corporal (Castellón Sarduy and Díaz Salazar 2021). Debido a que entendemos al organismo como un todo, las asimetrías presumen una alteración del equilibrio funcional simétrico con consecuencias a distintos niveles.

La asimetría facial que ha sido estudiada con detalle por Pérez Marquina (1994), demuestra que en la escoliosis idiopática, el crecimiento craneofacial es diferente a otros niños sin esta patología, y con unas características morfológicas y posicionales del macizo craneofacial determinadas, lo que orienta a una existencia de asimetría en las estructuras faciales (Fernández, 2006).

Los estudios sobre el papel del cortex cerebral visualizados sobre la escoliosis, dominancia diestra o siniestra y simetría de las facies llevados a cabo por Goldberg y Downing demostraron un aumento correlativo de la asimetría facial y vertebral en la escoliosis (Fernández, 2006).

Algunos autores han informado que la escoliosis idiopática puede correlacionarse indirectamente con la asimetría facial o desviaciones dentales en la dimensión transversal. Además, también se ha informado de anomalías generales asociadas con la escoliosis congénita, incluyendo hipoplasia facial y la oclusión dental

defectuosa. A pesar de que la asimetría facial y la maloclusión son tratados como estados patológicos focales, estas deformaciones pueden originarse a partir de una mala postura del tronco (Hong et al., 2011).

Por otro lado, existen autores que creen que el aparato estomatognático requiere la utilización de un complejo sistema neuromuscular que incluye músculos faciales, linguales, faríngeos, laríngeos y esofágicos; además, comprende músculos elevadores de la mandíbula, supra e infrahioides, los cuales, por sinergismo, influyen en los músculos del cuello, de la columna vertebral y de la pelvis. Es decir que si existieran problemas musculares a nivel facial, estos repercutirían en problemas musculares a nivel torácicolumbar (Vásquez, 2017).

La escoliosis infantil tiene una prevalencia del 7 al 10.5%, sin embargo la del adolescente, ha mostrado hasta el 89% de los casos. La deformidad tiene como característica que se va acentuando y el dolor de espalda en el adolescente se aproxima al de la edad adulta. No se ha confirmado la causa de esta alteración, sin embargo los desequilibrios musculares pueden ser factores predisponentes de esta patología. Las adaptaciones posturales son también un factor importante que están relacionadas con la progresión de la escoliosis. De ahí que, consideramos indispensable establecer el comportamiento muscular en los individuos con asimetría facial en una etapa temprana como parte del diagnóstico temprano, elemento fundamental para intervenir a tiempo en este tipo de alteraciones.

En la actualidad no se sabe específicamente si la actividad electromiográfica de los músculos masetero y esternocleidomastoideo son un factor importante para el desarrollo de la arquitectura facial y tampoco si el desequilibrio muscular está asociado con la escoliosis idiopática la cual produce una deformidad en la columna vertebral que se va acentuando progresivamente; mermando el desarrollo, la estabilidad y la función del cuerpo humano.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Asimetría facial

Las asimetrías faciales son el resultado de una interacción compleja de múltiples factores los cuales influyen en el desarrollo y crecimiento de la cara (Galíndez y Carreón, 2005).

El concepto clásico de simetría facial fue ilustrado por Leonardo da Vinci y por Albrecht Durer en 1507, ellos utilizaron el trazo de una línea vertical que contactara con el centro de la nariz, los labios y el punto medio del mentón, y a partir de esta línea las pupilas de los ojos debían ser equidistantes. McCoy, en 1920, afirmó que “un lado de la cara es el espejo del lado contrario”. Simon, en 1924, consideraba que “la simetría bilateral es la manifestación morfológica más característica del cuerpo y especialmente de la cara” (Sutton, 1968).

La estética facial en términos de simetría y balance es referida al estado de equilibrio de la cara; es decir, a la correspondencia entre el tamaño, la forma y la ubicación de las características faciales de un lado con respecto al lado opuesto en el plano medio sagital. En este contexto el complejo craneofacial ideal debería tener tanto la mitad derecha e izquierda con estructuras idénticas (Shah y Joshi, 1978). Por el contrario, la ausencia o la falta de equilibrio entre la hemicara derecha y la izquierda afecta a las proporciones faciales derivando en la asimetría facial (Fischer, 1954).

Existen diversos factores etiológicos que, de forma individual o combinada, pueden influir en el desarrollo de las asimetrías faciales y dentales. Entre estos factores se destacan: los factores genéticos, los ambientales, los funcionales y los del desarrollo (Pirttiniemi y Kantomaa, 1992).

Factores genéticos

Algunas de las asimetrías más severas son observadas en individuos con síndromes craneofaciales (microsomía hemifacial, craneosinostosis, hendiduras faciales, entre otros). Muchas de estas asimetrías parecen estar relacionadas con anomalías durante el desarrollo embriogénico temprano que afectan las vías de migración y la proliferación de las células de la cresta neural (Kronmiller, 1998).

Factores ambientales

Las asimetrías pueden ser causadas por trauma o por infección durante el periodo de crecimiento (Cohen Jr., 1995).

La fractura condilar durante la niñez se ha asociado con la disminución del crecimiento y posterior aparición de la asimetría mandibular. El trauma de la ATM puede producir hemartrosis intracapsular que tiene un gran potencial para causar anquilosis. Algunas infecciones como la otitis media recurrente pueden causar anquilosis o las infecciones producidas por el virus varicela zoster pueden generar parálisis facial unilateral (Cohen Jr., 1995).

Factores funcionales

Las asimetrías de la cara pueden estar relacionadas con demandas funcionales del aparato masticatorio, como es el patrón de masticación unilateral (Vig y Hewitt, 1975). Además se han reportado los efectos de la parálisis de los músculos faciales como causantes de crecimientos faciales asimétricos (Melnik, 1992). Estos reportes evidencian el impacto que tiene la musculatura facial sobre el desarrollo de las desarmonías esqueléticas y dentales y refuerzan el concepto de que las alteraciones en la dinámica músculo-hueso generan finalmente alteraciones en la morfología ósea (Sora y Jaramillo, 2005).

Factores del desarrollo

Entre las asimetrías relacionadas con la alteración en el desarrollo de las estructuras craneofaciales individuales sobresale el desarrollo de la base craneal que conduce a una asimetría en la posición de la fosa glenoidea. Una fosa que se encuentra en una posición más anterior con respecto a la fosa contralateral puede producir una rotación mandibular asimétrica con consecuencias en la oclusión, como una relación clase III en el lado donde la fosa y el cóndilo están posicionados más anteriormente y una relación clase II en el lado contralateral. Estas asimetrías también pueden producir discrepancias en la línea media aunque pueden estar enmascaradas por compensaciones dentoalveolares (Bishara et al., 1994).

Las asimetrías mandibulares pueden estar relacionadas no solo con la posición sino también con la morfología asimétrica de la mandíbula. Diferencias en la longitud del cuerpo mandibular, así como también diferencias en la altura de la rama, pueden guiar a una asimetría. El desarrollo de estas asimetrías se inician tempranamente en la vida fetal y continúan a través del desarrollo o también puede resultar de disturbios en el desarrollo posnatal (Bishara et al., 1994).

El diagnóstico de las asimetrías craneofaciales es importante debido a que las modalidades del tratamiento difieren considerablemente de acuerdo con el origen de la deformidad; es decir, si es de origen dental, esquelético o funcional. Existen métodos que han sido utilizados para identificar y cuantificar la magnitud de las asimetrías, entre los cuales se incluyen la evaluación clínica directa, los análisis radiográficos y la evaluación de las proporciones verticales y horizontales de la cara a partir de fotografías faciales (Sora y Jaramillo, 2005).

Evaluación clínica

La evaluación clínica puede revelar asimetrías en los tres planos del espacio: sagital, vertical o transversal; y deberá incluir un examen intraoral con la evaluación

de las líneas medias facial y dental y la detección de desórdenes en la articulación temporomandibular (Sora y Jaramillo, 2005).

Evaluación de la línea media facial

Un procedimiento común para establecer la línea media facial es tomar un trozo de seda dental y conectar los puntos glabella o nasion, subnasal y pogonion. Sin embargo, esto puede conducir a errores debido a la inadecuada identificación de los puntos, y a la falta de correspondencia entre estos cuando existe algún tipo de asimetría mandibular (Peck et al., 1991).

Evaluación de la línea media dental

El examen clínico deberá incluir una evaluación de la línea media dental en las siguientes posiciones: boca abierta, en relación céntrica, en contacto inicial, y en oclusión céntrica (Peck et al., 1991). Verdaderas asimetrías de origen esquelético o dental, o si está acompañadas por otros factores, podrían mostrar similar discrepancia en relación céntrica y en oclusión céntrica. Por otro lado, las asimetrías debido a interferencias oclusales pueden resultar en un deslizamiento mandibular funcional. El deslizamiento puede ser hacia el mismo lado o en dirección opuesta de la discrepancia esquelética o dental y puede acentuar o enmascarar la asimetría (Skolnick et al., 1994).

Evaluación vertical del plano oclusal

La presencia de un plano oclusal inclinado podría resultar de un aumento o disminución de la longitud vertical del cóndilo y de la rama. Similarmente, el hueso temporal que soporta la fosa glenoidea podría encontrarse en diferentes niveles a cada lado de la cabeza. La inclinación del plano oclusal puede ser observada sugiriéndole al paciente que muerda un baja lenguas para determinar como se relaciona con el plano bipupilar (Arnold et al., 1994)

Evaluación transversal y sagital del plano oclusal

Las asimetrías en sentido buco-lingual deben ser cuidadosamente diagnosticadas para determinar si son esqueléticas, dentales o funcionales. Si hay una desviación mandibular desde la relación céntrica a oclusión céntrica, la línea media dental inferior y el punto del mentón deberán ser comparadas con otros puntos medio-sagitales dentales, esqueléticos o del tejido blando en apertura, en contacto inicial y en posición de cierre (Peck et al., 1991).

Músculos

El componente básico del sistema neuromuscular es la unidad motora, que está formada por numerosas fibras musculares inervadas por una sola motoneurona. Cada neurona está conectada con la fibra muscular por una placa motora terminal. Cuando la neurona se activa, la placa motora terminal es estimulada para que libere pequeñas cantidades de acetilcolina, que inicia la despolarización de las fibras musculares. La despolarización consigue que las fibras musculares se acorten o se contraigan (Okeson, 2019).

Cientos de miles de unidades motoras, junto con vasos sanguíneos y nervios, están unidas en un haz por el tejido conjuntivo y la fascia, y forman un músculo (Okeson, 2019).

Músculo masetero

Es un músculo cuadrilátero y plano que posee una porción superficial y otra profunda. La porción superficial se origina en la apófisis cigomática del maxilar y en los dos tercios del arco cigomático; sus fibras se extienden hacia abajo y atrás para insertarse en la superficie externa del ángulo de la mandíbula e irradian sobre la mitad inferior de la superficie externa de la rama. La porción profunda se origina en la superficie profunda del arco cigomático y sus fibras se extienden hacia abajo y

hacia atrás para insertarse en la rama y la apófisis coronoides de la mandíbula (Palastanga et al., 2007). La porción anterosuperior del músculo está recubierta por una aponeurosis sobre la cual se hallan el conducto parotídeo y la glándula parotídea accesoria (Sinnatamby, 2003).

El músculo recibe el riego sanguíneo de las ramas de la arteria facial, la arteria maxilar y la arteria temporal superficial, sobre todo su arteria transversa. Estos vasos forman una red anastomótica sobre la superficie del músculo y en su interior (Sinnatamby, 2003).

Inervación

Está inervado por la división anterior mandibular del nervio trigémino. La piel que recubre el músculo está inervada principalmente por las ramas anteriores de C2 y C3, pero también en parte por la rama mandibular del nervio trigémino (Palastanga et al., 2007).

Acción

Eleva la mandíbula y aproxima los dientes superiores e inferiores. Sus fibras superficiales ayudan a tirar de la mandíbula hacia adelante durante el movimiento de abducción (Palastanga et al., 2007).

Palpación

Es fácil de palpar aplicando presión a través de las mejillas bajo el arco cigomático y con los dientes apretados (Palastanga et al., 2007).

Músculo esternocleidomastoideo

Este prominente punto de referencia del cuello posee dos cabezas de origen; por abajo: la del manubrio del esternón es un tendón redondeado, y la de la clavícula es una masa pícnica y plana. Existe un intervalo irregular entre las dos por encima de la articulación esternoclavicular, y el extremo inferior de la vaina yugular interna se halla aquí, donde puede entrarse con aguja o catéter. El tendón del manubrio se inserta en la cara anterior del hueso por debajo de la escotadura yugular; la cabeza clavicular nace de la superficie superior del tercio medial de la clavícula. El músculo se inserta mediante un tendón en la superficie lateral de la apófisis mastoides y, mediante una fina aponeurosis, en la mitad lateral de la línea nugal superior del occipital. Las fibras claviculares trazan una espiral por detrás de las fibras esternales con cuya cara profunda se mezclan. Las fibras claviculares dirigen sobre todo a la apófisis mastoides, mientras que las fibras esternales discurren más en sentido oblicuo sobre todo al occipital. El nervio accesorio entra en el músculo bajo la cubierta del lóbulo de la oreja y atraviesa la porción profunda del músculo para emerger hacia un tercio de camino descendente por el borde posterior del músculo (Sinnatamby, 2003).

El músculo esternocleidomastoideo se encierra en una vaina de la hoja de revestimiento de la fascia cervical profunda, que se divide para rodearlo. Al músculo lo cruza superficialmente el nervio auricular mayor, la vena yugular externa y el nervio transverso del cuello, en tal orden de arriba abajo. A nivel profundo de la mitad superior del músculo se halla la vaina carotídea y sus contenidos, superpuestos al músculo escaleno anterior (Sinnatamby, 2003).

El riego sanguíneo del músculo corresponde a las ramas de las arterias occipital y tiroidea superior (Sinnatamby, 2003).

Inervación

Corresponde a la porción espinal del nervio accesorio, sobre todo C2 y C3, a un ramo que sale proximal al punto de entrada en el músculo. Las células de las astas anteriores de los segmentos implicados probablemente estén inervadas por la corteza cerebral de ambos lados. Ramos del plexo cervical (C2, C3), que transportan fibras propioceptivas, entran en el músculo directamente o se unen al nervio accesorio (Sinnatamby, 2003).

Acción

La contracción del músculo ladea la cabeza hacia el hombro ipsilateral, y gira la cabeza y el rostro hacia el lado contrario. Ambos músculos, que actúan juntos desde abajo, mueven la cabeza hacia delante. Con la cabeza fija, los músculos ayudan a elevarse el techo del tórax durante la inspiración forzada (Sinnatamby, 2003).

Palpación

El rostro gira hacia el otro lado contra resistencia y se puede palpar el músculo (Sinnatamby, 2003).

Actividad electromiográfica

La electromiografía (EMG) detecta la actividad eléctrica generada por el paso del impulso nervioso, que provoca la despolarización de la membrana de la célula muscular durante la excitación; por lo tanto, es una medida indirecta de la actividad muscular (Ferrario et al., 1993).

La señal de EMG se genera por la actividad eléctrica de las fibras musculares activas durante una contracción. Las fuentes de señal se encuentran en las zonas despolarizadas de las fibras musculares y son separadas de los electrodos de

registro mediante tejidos biológicos, que actúan como filtros de paso bajo en la distribución de potencial (espacial) (Hermens et al., 2000).

La activación de los músculos está controlada por el sistema nervioso central (SNC) y periférico (SNP) a través del reclutamiento de unidades motoras (UMs): tipo de UMs reclutadas y frecuencia de activación de las mismas. El mecanismo de activación de los músculos, específicamente la función del sistema nervioso, puede modelarse como un generador de impulsos que reflejan la estrategia de control del SNC y SNP, activando las diferentes unidades motoras, las cuales actúan como un filtro transformando cada impulso en un potencial de acción de unidad motora (PAUM) y todos los potenciales se propagan a través del volúmen conductor llegando a la superficie de la piel, de tal manera que la señal registrada corresponde a la suma de todos los potenciales que llegan al punto de aplicación del electrodo (Pozzo et al., 2003).

La amplitud de la señal EMG depende del número de UMs reclutadas, su profundidad y el número de fibras que componen cada una de ellas. Además, también depende de la frecuencia con la que son activadas (Merletti y Parker, 2004). Los amplificadores amplían los diminutos potenciales recogidos en el músculo de tal forma que puedan ser visualizados en la pantalla de un osciloscopio. El factor de amplificación puede ser superior al millón de veces, con lo cual es posible que una señal de 5 microvoltios produzca una deflexión de 1 cm en el registro. Dado que los potenciales electromiográficos presentan una banda de frecuencia muy variable, el amplificador debe ser capaz de responder con fidelidad a señales comprendidas entre los 40 y los 10.000 Hz (Merletti y Parker, 2004).

El sistema de registro se realiza mediante el registro gráfico en la pantalla de un tubo de rayos catódicos (osciloscopio) o por algún medio de registro permanente. En el registro osciloscópico, la señal se presenta sobre una pantalla fluorescente. Los potenciales se inscriben como desplazamientos verticales de una línea que se mueve en sentido horizontal a velocidad ajustable. (Merletti y Parker, 2004).

El registro EMG se compone de señales provenientes de las fibras musculares y de otras que no interesan y que se denominan *ruido*. Hay muchas fuentes de ruido; algunas de ellas son la piel, campos electromagnéticos, artefactos de movimiento y otros aparatos eléctricos que puedan estar en el lugar durante el registro (Aparicio, 2005). En ocasiones son un problema las interferencias de red, de 50 Hz (en algunos países de 60 Hz), que, a menudo, se pueden evitar con una buena colocación del electrodo de tierra (Soderberg, 1992). Además, si se utilizan electrodos de superficie, hay que considerar el fenómeno del cross talk, es decir, la posibilidad de que se registren señales de otros músculos adyacentes al que está en estudio (Koh y Grabiner, 1993). Aunque se puede utilizar una configuración monopolar, registrando la señal entre un electrodo activo y un electrodo tierra, lo más frecuente y adecuado es utilizar una configuración bipolar, con dos electrodos activos, entre los que se registra la señal, y uno de tierra (Aparicio, 2005).

Un electrodo se puede definir como un sensor de la actividad eléctrica de un músculo o como un transductor encargado de convertir la corriente iónica, que fluye en el tejido, en corriente eléctrica, que fluye en los cables de metal (Hermens et al., 2000).

Existen dos técnicas electromiográficas de uso habitual: de aguja y de superficie, cada una de las cuales tiene indicaciones precisas (Engel, 1975).

El estudio mediante agujas utiliza electrodos que se insertan en los músculos a explorar, y aporta información del funcionamiento integral de todo el sistema motor: motoneurona, unión neuromuscular y músculo; proporcionando registros de gran calidad y especificidad que permiten el estudio de las características de los potenciales de unidad motora (PUM) (Engel, 1975).

Los electrodos de EMG de superficie se pueden clasificar teniendo en cuenta los materiales y las tecnologías adoptadas para su fabricación. En estas bases, podemos distinguir entre electrodos secos y electrodos húmedos (Izurieta, 2018).

Los electrodos secos no requieren utilizar gel conductor entre la piel y la superficie de detección del electrodo. Estos electrodos suelen contener más de una superficie de detección (Jamal, 2012). Existen varios tipos de electrodos secos: electrodos de pin o electrodos de barra hechos con metales nobles (por ejemplo oro, acero inoxidable, platino o plata), electrodos de carbono y electrodos de cloruro de plata o plata sintetizada (Merletti et al., 2009).

Los electrodos húmedos consisten en todos aquellos electrodos que incluyen una capa de gel conductor, hidrogel o una esponja saturada con una solución de electrolito. Estos electrodos suelen ser auto-adhesivos, para una fácil aplicación y que sean utilizados para el análisis dinámico de EMG (Merletti et al., 2009).

Esta sustancia electrolítica que contienen los electrodos gelificados hace de interfaz entre la piel y los electrodos, con el fin de minimizar el ruido intrínseco que se genera entre el contacto de la piel y el metal. Este gel mejora la conductividad y el flujo de la corriente. En la unión metálica tiene lugar una reacción de oxidación y reducción. El compuesto más común para la parte metálica de los electrodos gelificados es el de plata- cloruro de plata (Ag/AgCl). La capa de cloruro de plata (AgCl) permite que la corriente proveniente del músculo pase más libremente a través de la unión entre el electrolito y el electrodo y que se introduzca menos ruido eléctrico en la medida, a comparación con los electrodos metálicos como los de plata (Ag). Debido a este hecho, los electrodos de Ag/AgCl se usan en más de un 80% de las aplicaciones de EMG. Los electrodos gelificados que son desechables son los más comunes, aunque también están disponibles los reutilizables (Jamal, 2012).

Para registrar una señal de EMG de calidad utilizando electrodos gelificados, se debe considerar la preparación especial de la piel y sus precauciones (afeitado, una correcta concentración de gel conductor, prevención de acumulación de sudor, entre otros). Los electrodos gelificados (<1 g) suelen ser más ligeros que los electrodos secos (>20 g). Este incremento de masa inercial puede causar

problemas en la fijación del electrodo; por lo tanto, se requiere un material para la estabilización del electrodo (Jamal, 2012).

Columna vertebral

La columna vertebral es un sistema dinámico que aporta la rigidez necesaria para soportar las cargas axiales que recibe el cuerpo, protege las estructuras del sistema nervioso, como la médula espinal, las meninges y las raíces nerviosas, y otorga movilidad y flexibilidad al tronco. Para mantener una postura en bipedestación prolongada, la columna vertebral de los humanos presenta cuatro curvaturas, dos con convexidad posterior, es decir concavidad hacia adelante, denominada cifosis normal, y dos con convexidad anterior, es decir, convexidad hacia adelante, denominada lordosis. Las zonas cervical y lumbar presentan lordosis mientras que las torácica y sacra presentan cifosis (Han et al., 2015).

Escoliosis

Una de las afecciones más frecuentes y preocupantes durante la infancia y adolescencia es la escoliosis, que se define como "toda curvatura, desviación angular o inclinación lateral de uno o más segmentos de la columna vertebral de su posición rectilínea normal". Existen muchas clasificaciones de la escoliosis, dentro de las de mayor relevancia se encuentran la escoliosis funcional y la escoliosis morfológica (Fernández, 2006).

La curvatura funcional es la que el paciente puede corregir voluntariamente y la corrección se mantiene en la posición erecta. En este tipo de escoliosis no existe una alteración de la mecánica de la columna vertebral. Por el contrario, en la escoliosis morfológica existe alteración de la estructura intrínseca de la columna y, por ende, trastorno mecánico de la misma. Estas alteraciones pueden ser de los huesos, músculos o nervios o una combinación de cualquiera o de todos estos

elementos. Por supuesto, esta deformidad morfológica no puede corregirse espontáneamente por el paciente (Mahaudens y Bruyneel, 2020).

La escoliosis funcional no requiere tratamiento ortopédico de la curvatura. Las medidas profilácticas son muy efectivas y sólo se necesita una observación estrecha de su evolución (Álvarez y Núñez, 2011).

La escoliosis morfológica es de mucho más cuidado y requiere tratamiento desde sus primeras manifestaciones. Existe una amplia clasificación de acuerdo al elemento tomado fundamentalmente: hueso, músculo, nervio o idiopática (de causa desconocida) (Álvarez y Núñez, 2011).

Escoliosis idiopática

La escoliosis idiopática (EI) se define como una deformidad tridimensional de la columna vertebral que incluye la desviación lateral de más de 10° en el plano frontal, la rotación en el plano transversal y la inversión de la lordosis en el plano sagital (Esteban y González, 2009).

En algunas ocasiones, se produce una cuarta deformidad, la desalineación de la cabeza respecto al sacro (Mahaudens y Bruyneel, 2020).

Es la forma más frecuente de escoliosis, representa el 80-90%, y se desarrolla en una columna previamente sin alteraciones. Su prevalencia oscila entre el 1,5 y 3% de la población y decrece a medida que aumentan los grados de la curva, las curvas de 20° representan el 0,5% y las de 40° el 0,1% (Molinero et al., 2009).

Las EI se caracterizan por el número de curvaturas (simple o doble), la localización de la curvatura (torácica, toracolumbar o lumbar), la gravedad de la deformidad (mayor o menor) y el lado de la convexidad en el plano frontal (derecho o izquierdo). Cabe señalar que la atribución del nombre de la patología sólo tiene en cuenta las

verdaderas curvaturas escolióticas (curvaturas con deformidades vertebrales) y no las curvaturas compensatorias (sin deformidades vertebrales). En la adolescencia, el 25% de las EI son torácicas simples, el 25% lumbares simples, el 20% toracolumbares y el 30% escoliosis dobles. En este mismo grupo de edad, cuando la EI es torácica, la convexidad se sitúa en el 91% de los casos a la derecha, y cuando es lumbar, la convexidad izquierda es la más frecuente (70%); la escoliosis es doble en el 90% de los casos de tipo torácico derecho-lumbar izquierdo (Mahaudens y Bruyneel, 2020).

La EI puede aparecer en cualquier momento del crecimiento. Se diferencian cuatro grupos de EI en función del momento de aparición: la EI del lactante (0-1 año), la EI infantil (1-4 años), la EI juvenil (4 años-inicio de los primeros signos puberales) y la EI del adolescente (primeros signos puberales-final del crecimiento). Este último grupo representa el 80% de los casos de EI (Negrini et al., 2012).

En relación con la etiología o la etiopatogenia de la EI se ha observado que prácticamente todas las estructuras del cuerpo humano están involucradas en la patogénesis. Sin embargo, a pesar de los numerosos estudios, hasta la fecha no se ha demostrado una causa única y la etiología parece ser más bien multifactorial (Kouwenhoven y Castelein, 2008).

Factores

Genética

Se ha identificado un componente genético gracias a la observación de la aparición de la EI en varios miembros de una misma familia, lo que demuestra el componente hereditario de esta patología. Los trabajos de Wynne-Davies y de De George y Fischer, realizados en varios cientos de familias con EI, han permitido demostrar que si uno de los padres presenta EI, el riesgo de que los hijos desarrollen la misma patología es cercano al 42% para una niña y del 29% para un niño, sin que exista una diferencia significativa

en función de que sea la madre o el padre el afectado. En comparación, este riesgo es sólo del 3% en las familias sin padres con EI (De George y Fisher, 1967).

Biomecánica de la posición de pie

Algunos autores han sugerido que el origen de la EI estaría relacionado con la evolución de la especie humana, que se ha enderezado sobre los dos pies para desplazarse. Cambiando el centro de la masa corporal por encima de la pelvis creando una lordosis lumbar, más eficiente y funcional, la columna vertebral se habría debilitado con la aparición de tensiones de cizallamiento hacia atrás, a las que las vértebras no estarían bien adaptadas. La postura bipodal favorecería así la inestabilidad rotatoria en una columna vertebral inmadura que podría ser el origen de las EI. En efecto, los animales cuadrúpedos no desarrollan escoliosis; esta patología se observa en los bípedos (Machida et al., 2001).

Asimetría de crecimiento

En caso de EI, las vértebras son asimétricas, en concreto a nivel apical, pero resulta difícil identificar si la causa es primaria por una asimetría de crecimiento aberrante o secundaria por un crecimiento anormal resultado de las limitaciones asimétricas (Mahaudens y Bruyneel, 2020).

Anomalías discales

Se ha demostrado que el núcleo pulposo de los discos en las EI muestra una alteración de la composición de los proteoglucanos y contiene menos colágeno y agua que en una población control. Además, el disco parece contener menos fibras elásticas, contiene láminas de colágeno degeneradas y agregaciones de proteoglucanos que sugieren una perturbación del recambio celular que afecta a la integridad de la estructura tisular. Sin embargo, estos cambios se han observado en

la EI, pero también en las escoliosis de tipo neurológico, lo que indica la existencia de trastornos sobre todo secundarios a las deformidades (Oegema et al., 1983).

Ligamentos raquídeos

Debido a su papel de estabilización de la columna, los ligamentos vertebrales han sido objeto de varios estudios. Disecciones unilaterales de los ligamentos costotransversos en los animales provocaron curvaturas convexas en el lado opuesto. Al mismo tiempo, las mismas disecciones realizadas en el lado cóncavo en EI graves durante la cirugía correctora han permitido una mejor reducción de las curvaturas. Se observa por lo tanto una mayor rigidez de los ligamentos intervertebrales en el lado cóncavo en las EI graves, lo que parece explicarse por un aumento de la concentración de colágeno que incrementa la rigidez del tejido en el que se encuentra. Sin embargo, no se observan estas diferencias en los estudios realizados en curvaturas más leves (Ponseti et al., 1976).

Anomalías del tejido conectivo

En general, se han analizado las distintas estructuras que contienen tejido conectivo porque con frecuencia se observan EI en las patologías del tejido conectivo como la enfermedad de Marfan, la osteogénesis imperfecta o la enfermedad de Ehlers-Danlos. Asimismo, las pruebas clínicas indican con frecuencia una hiperlaxitud de las extremidades en los niños con EI. De esta forma, en un gran número de pacientes se han observado fibras de colágeno anormales en el tejido cutáneo y subcutáneo de las extremidades (Mahaudens y Bruyneel, 2020).

Disfunción muscular

La mayoría de los estudios relacionados con la valoración de los trastornos musculares se han centrado en los músculos del tronco, más en concreto en los músculos paravertebrales, ya que son los principales responsables de la

verticalización de la columna, especificidad que presentan los bípedos. Se pueden observar las disfunciones musculares a distintos niveles: histológico, fuerza, resistencia y rigidez (Mahaudens y Bruyneel, 2020).

Diagnóstico

La exploración de cribado más simple y conocida, y que se aplica en Atención Primaria, es el test de Adams. Valora la asimetría del tronco desde detrás, con el niño flexionado hacia delante. Se considera positivo cuando el torso del niño no está completamente paralelo al suelo, sino que presenta una giba a nivel dorsal o deformidad lumbar. Una prueba de Adams positiva significa que el paciente presenta una rotación en el tronco y una posible escoliosis (Weinstein et al., 2008). Se debe realizar la medición con un escoliómetro de Bunnell, el cual es un instrumento que cuantifica la inclinación del tronco. Se coloca en la región dorsal a nivel torácico y mide los grados de desviación de la columna; es simple, rápido, reproducible y económico para medir la deformidad del tronco; la pauta indicada es la siguiente: con un Adams positivo y menos de 5° de escoliómetro, podemos afirmar que no tiene escoliosis (o al menos no es significativa); si el escoliómetro se encuentra entre los 5 y los 9°, ese niño debe ser reevaluado pasados seis meses (no hay indicación de radiografía) y realizar el seguimiento hasta un año después de la menarquia; finalmente, si el niño presenta 10° o más en el escoliómetro, debe realizarse una telerradiografía anteroposterior de columna completa en bipedestación y remitir al especialista. La radiografía permite valorar la magnitud, el tipo de curvatura y el estado de madurez del esqueleto axial (De la Cruz et al., 2002).

Tratamiento

En general, las curvas entre 10° y 20° solo requieren observación clínica y radiológica cada 6/12 meses. Las curvas entre 25° y 40° requieren tratamiento ortopédico con corsés y las curvas superiores a 45° son en principio candidatas a la cirugía (Bueno, 2014).

El tratamiento fisioterápico solo es eficaz en la actitud escoliótica. En la escoliosis solo como complemento a los otros tratamientos; ayuda a la potenciación muscular y a flexibilizar las curvas (Bueno, 2014).

El tratamiento ortopédico con yesos aplicados bajo anestesia general es muy poco habitual, y está indicado solo en la rara escoliosis infantil progresiva. En el resto de los casos, el tratamiento con corsés se aplicará durante el crecimiento, especialmente en su fase acelerada, en el caso de pacientes femeninas, antes de la menarquia o como máximo durante el año siguiente a la misma, y solo en curvas entre 25° y 40°. Los corsés no suelen corregir las curvas pero sí pueden frenar su progresión. Se considera un éxito del tratamiento ortopédico cuando las escoliosis progresan 5°, siempre que no requieran tratamiento quirúrgico una vez finalizado el crecimiento. Alrededor de un 30% de las escoliosis tratadas ortopédicamente evolucionan a pesar del tratamiento ortopédico (Bueno, 2014).

III. METODOLOGÍA

Diseño del estudio de tipo prospectivo; transversal, observacional y descriptivo, con un universo constituido por pacientes con asimetría facial que acudieron a la clínica de ortodoncia de la Universidad Autónoma de Querétaro en el periodo de Julio del 2021 a Febrero del 2022.

Dentro del tamaño de la muestra se incluyeron un total de 32 sujetos bajo los siguientes criterios de inclusión:

- Pacientes con asimetría facial que acudieron a la clínica de Ortodoncia de la Universidad Autónoma de Querétaro en un periodo de Julio del 2021 a Febrero del 2022.
- Pacientes con asimetría postural que acudieron a la clínica de Ortodoncia de la Universidad Autónoma de Querétaro en un periodo de Julio del 2021 a Febrero del 2022.

La asimetría facial se determinó con la comparación de medidas lineales y angulares del lado derecho e izquierdo de fotografías extraorales de frente y posturales.

La actividad electromiográfica del músculo masetero y esternocleidomastoideo se midió mediante un electromiografo Biopac, realizando una comparación del lado derecho e izquierdo.

La Escoliosis Idiopática se determinó mediante un escoliometro, midiendo los grados de desviación de la parte superior media e inferior de la columna vertebral.

Todos los datos obtenidos se registraron en una hoja de captación por paciente; y posteriormente fueron captados en una base de datos Excel.

Antes de dar acceso al interior de la Facultad de Medicina de la UAQ, el departamento de admisión se encargó de realizar el triage correspondiente a cada

uno de los pacientes que necesitaban atención ortodóntica; una vez aprobado el triage se les proporcionó fecha de su próxima consulta y se les pidió acudir con puntualidad, cubrebocas, lentes de protección o careta y sin acompañantes.

El día de su cita se les dió ingreso a la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro cumpliendo los protocolos de protección y prevención necesarios durante el periodo de contingencia por COVID-19. Se realizó el registro de temperatura en la frente y el cuello con termómetro infrarrojo y se tomó el nivel de oxígeno en la sangre; se permitió el acceso sólo a los pacientes con temperatura igual o menor a 37 grados centígrados y con nivel de oxígeno en la sangre entre 95% y 99%.

Se entregó gel antibacterial y se rociaron con desinfectante en aerosol todas sus pertenencias.

Después de diagnosticar al paciente y verificar que cumplía con los criterios de inclusión, antes de realizar cualquier tratamiento se invitó al paciente o al padre o tutor de éste a participar en el proyecto de investigación, se le explicó detalladamente la justificación, el objetivo del estudio, los beneficios que obtendrían al participar en la investigación, el procedimiento y los riesgos asociados; así mismo se hicieron todas las aclaraciones pertinentes y se resolvieron dudas con un lenguaje coloquial. A los pacientes que decidieron participar en el proyecto de investigación se les entregó un consentimiento informado por escrito en donde se encontraron plasmados los criterios y aclaraciones brindadas y se les pidió firmar con una pluma nueva de tinta azul, la cuál les fue obsequiada para evitar una contaminación cruzada. Una vez firmado se entregó una copia del mismo para que pudiera ser utilizado según su beneficio y necesidad y el consentimiento correspondiente a la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro se almacenó por 5 días en un contenedor plástico antes de ser utilizado para captación de datos.

FASE 1

- Se realizó el ingreso del paciente a la clínica de Ortodoncia de la UAQ cumpliendo con todas las medidas de protección y prevención ante el periodo de contingencia por COVID-19.
- Se entregó el documento de consentimiento informado en donde se pidió la autorización del paciente para realizar el estudio correspondiente.
- Una vez obtenida la firma de autorización se obsequió la pluma de tinta azul punto mediano de 1mm marca Bic con la que firmó el documento y se almacenó el consentimiento informado en un recipiente plástico por un periodo de 5 días.
- Se acompañó al paciente al área de fotografía en el interior de la clínica de Ortodoncia de la UAQ. Se posicionó el paciente a una distancia de 30 cm de la pared con fondo blanco y en posición natural de la cabeza.
- Una vez posicionado el paciente en el área de fotografía y el operador a 3 metros de distancia se le pidió al paciente retirar su cubrebocas, lentes o careta y cualquier distractor como pendientes demasiado largos, anteojos, sombreros y gorras los cuales depositó en una mesa mayo colocada a un lado perfectamente limpia y desinfectada con solución de hipoclorito de sodio al 0,1%.
- Se tomaron fotografías extraorales de frente en reposo y sonriendo con cámara Reflex, Canon T6 en modo manual con velocidad de obturación 1/60, apertura F11, ISO 100, lente macro de 55 mm y Ring Flash Yoghnuo 1/1.
- Se le pidió al paciente colocarse a 30 cm de la tabla postural y se tomaron las fotografías de frente, perfil izquierdo y derecho y de espalda (de cuerpo completo) con cámara Reflex, Canon T6 en modo manual con velocidad de obturación 1/60, apertura F11, ISO 100, lente macro de 55 mm y Ring Flash Yoghnuo 1/1.
- Para evaluar el contorno de la simetría facial se trazó en la fotografía extraoral frontal el plano vertical facial de triquiión a mentón, la línea bicigomática que une las partes más prominentes del arco zigomático y la línea bigonial que une las partes más prominentes de ambos puntos gonion.

Se midió en centímetros la longitud de cada plano de referencia del lado derecho e izquierdo para realizar la comparación e identificar si existía o no, una asimetría facial y la información obtenida se registró en la base de datos.

- Mediante las fotografías posturales se realizó una comparación del lado derecho e izquierdo con la ayuda del fondo de la tabla postural la cuál indicaba la altura, posición e inclinación de la cabeza, los hombros, brazos, manos, espalda, piernas y pies para identificar la presencia de una asimetría postural.

FASE 2

- Se realizó el estudio de actividad electromiográfica del músculo masetero y esternocleidomastoideo respectivamente mediante un electromiógrafo Biopac con 6 electrodos de superficie.
- Se colocó al paciente sentado en un sillón dental, en posición cómoda con la espalda erguida y mirando al frente con el plano Horizontal Frankfort paralelo al piso.
- Se preparó la piel antes de la colocación de los electrodos mediante la limpieza y desinfección de la superficie muscular con una gasa de tela de 4 capas marca Ambiderm y alcohol etílico desnaturalizado al 70% marca Jaloma; posteriormente se colocó en los electrodos un gel conductor hidrosoluble marca Electro Gel para que facilitaran la transmisión de la señal.
- Para el estudio del músculo masetero se colocaron bilateralmente los electrodos de registro sobre el cuerpo del músculo masetero con cinta micropore marca Nexcare de 3M, el primero a 2.5 cm del ángulo mandibular, el segundo cercano al arco zigomático; en la intersección del borde anterior de la rama mandibular y una línea recta entre el tragus y la comisura labial; y el tercer electrodo detrás de cada oreja, el cual actuó como tierra siendo una zona eléctricamente inactiva de estructura ósea.
- Se le pidió al paciente morder con la mayor fuerza posible en la posición de máxima intercuspidad durante 5 segundos, seguido por un descanso de 10 segundos; esta indicación se repitió tres veces para calibrar la señal y

finalmente se le pidió morder nuevamente con la mayor fuerza posible durante 20 segundos.

- Para el estudio del músculo esternocleidomastoideo se le pidió al paciente girar su cabeza dirigiendo el mentón hacia el hombro, una vez localizada la parte media del músculo se sostuvo ligeramente con la yema de los dedos y se le pidió al paciente volver a la posición natural de la cabeza, luego se colocaron los electrodos de registro sobre el músculo con una separación de 1 cm entre ambos, adheridos con cinta micropore marca Nexcare de 3M, los electrodos se colocaron paralelos a la dirección principal de las fibras musculares que corresponde a la parte más voluminosa del músculo y el tercer electrodo se colocó detrás de cada oreja, el cual actuó como tierra siendo una zona eléctricamente inactiva de estructura ósea. Se repitió la misma acción del lado contrario.
- Se le pidió al paciente tragar 50 ml de agua purificada en un vaso desechable y durante dicha acción se registró la actividad electromiográfica en reposo y durante la deglución.
- Los datos obtenidos de las señales eléctricas del lado derecho e izquierdo se registraron en microvoltios en la base de datos.

FASE 3

- Se realizó el test de Adams para identificar la presencia de Escoliosis.
- Se le pidió al paciente que se inclinara hacia delante (en posición de reverencia), manteniendo las piernas derechas con los brazos colgados en reposo.
- Se colocó el escoliómetro marca Baseline en la zona superior, media e inferior de la columna vertebral durante la prueba de Adams y se determinó el grado de escoliosis.
- Los datos obtenidos se registraron en la base de datos.

Análisis estadístico

Para determinar la relación de la actividad eléctrica de los músculos masetero y ECM, la relación entre el lado de la asimetría con la actividad de los músculos masetero y ECM, así como la relación de la actividad de los músculos masetero y ECM con la masticación unilateral, se realizó un análisis de correlación de Rho de Spearman pues se consideraron las variables nominales. Para realizar el análisis estadístico se considero un nivel de confianza del 95% utilizando software SPSS V. 26.0.

Consideraciones éticas

Los datos personales y los datos obtenidos del estudio son confidenciales y en todo momento se cumplieron los principios éticos propuestos en la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial.

Este estudio se ajustó a la Ley General de Salud en materia de experimentación en seres humanos, así como a las normas e instructivos institucionales en materia de investigación científica, siendo aprobado por el comité local de investigación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

En este estudio fueron incluidos 32 sujetos con un promedio de edad de 22.4 años. Todos los sujetos presentaron asimetría, entre los cuales, únicamente el 34.4% presentaron asimetría por masticación unilateral (cuadro 1). En cuanto a la presencia de escoliosis, se puede observar que el 84.4% mostraron escoliosis, siendo ésta en todos los casos menor a 9°. Además, se pudo observar que los sujetos con mayor grado de escoliosis (8°) estaba presente en las asimetrías no debidas a una masticación unilateral (cuadro 2)

Cuadro 1. Frecuencia de presencia de asimetría por masticación unilateral

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------|----|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válido | Sí | 11 | 34.4 | 34.4 | 34.4 |
| | No | 21 | 65.6 | 65.6 | 100.0 |
| Total | | 32 | 100.0 | 100.0 | |

Cuadro 2. Frecuencia de presencia de escoliosis

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------|----|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válido | Sí | 27 | 84.4 | 84.4 | 84.4 |
| | No | 5 | 15.6 | 15.6 | 100.0 |
| Total | | 32 | 100.0 | 100.0 | |

En cuanto al lado hacia donde se encuentra la desviación mandibular en relación con la flexión torácico lumbar, de los 27 sujetos que presentaron escoliosis, se observó que n=18 coincidieron y n=9 no coincidió el lado de la desviación mandibular con el lado de la mayor flexión torácico lumbar (cuadro 3).

Cuadro 3. Frecuencia en coincidencia de flexión troncal y lado de desviación mandibular

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------|----|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válido | Sí | 18 | 66.6 | 66.6 | 66.6 |
| | No | 9 | 33.3 | 33.3 | 100.0 |
| Total | | 27 | 100.0 | 100.0 | |

El análisis de la actividad eléctrica de los músculos maseteros y ECM medidos, mostraron tener una relación positiva significativa ($p=0.004$), esto es, la mayor contracción del músculo masetero y ECM se encontró del mismo lado en los sujetos con masticación unilateral y también, en la mayoría de los sujetos con asimetría (cuadro 4). Por otro lado, aún cuando fue observado que hay una relación sinérgica de los músculos masetero y ECM, no se observó una relación ($p= .611$) con el lado de la desviación mandibular en los sujetos con asimetría no debida a una masticación unilateral (cuadro 5). Entretanto, si hubo relación significativa ($p=0.003$) con $r=.506$ de la mayor actividad eléctrica de los músculos masetero y ECM con el lado de la desviación mandibular en los sujetos con asimetría por masticación unilateral (cuadro 6).

Por último, no se observó relación ($r=-.051$) entre la presencia de escoliosis con la presencia de masticación unilateral ($p=.782$) (cuadro 7).

Cuadro 4. Correlación EMG del músculo masetero y ECM

| | | | EMG Masetero | EMG ECM |
|--------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|------------|
| Rho de Spearman | EMG Masetero | Coefficiente de correlación | 1.000 | .493** |
| | | Sig. (bilateral) | . | .004 |
| | | N | 32 | 32 |
| | EMG ECM | Coefficiente de correlación | .493** | 1.000 |
| | | Sig. (bilateral) | .004 | . |
| | | N | 32 | 32 |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Cuadro 5. Correlación EMG del músculo masetero y ECM / Asimetría facial

| | | | EMG Masetero ECM | Asimetría facial |
|--------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------|
| Rho de Spearman | EMG Masetero ECM | Coefficiente de correlación | 1.000 | -.094 |
| | | Sig. (bilateral) | . | .611 |
| | | N | 32 | 32 |
| | Asimetría facial | Coefficiente de correlación | -.094 | 1.000 |
| | | Sig. (bilateral) | .611 | . |
| | | N | 32 | 32 |

Cuadro 6. Correlación EMG del músculo masetero y ECM / Asimetría facial por masticación unilateral

| | | | EMG Masetero ECM | Asimetría facial por masticación unilateral |
|--------------------|--|--|------------------------|--|
| Rho de Spearman | EMG Masetero ECM | Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N | 1.000 . 32 | .506** .003 32 |
| | Asimetría facial por masticación unilateral | Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N | .506** .003 32 | 1.000 . 32 |

Cuadro 7. Correlación Asimetría por masticación unilateral / Escoliosis

| | | | Asimetría por masticación unilateral | Presencia de escoliosis |
|--------------------|---|--|--|----------------------------|
| Rho de Spearman | Asimetría por masticación unilateral | Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N | 1.000 . 32 | -.051 .782 32 |
| | Presencia de escoliosis | Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N | -.051 .782 32 | 1.000 . 32 |

Discusión

La masticación es una función trascendental que requiere de una difícil coordinación de la activación muscular para poder triturar los alimentos (Sagl et al. 2024). Durante la masticación, existe mayor contracción de los músculos masetero y ECM, mientras que en el lado de balance se ha observado un pico más bajo en la actividad del ECM (Guo et al. 2017). La actividad de los músculos mandibulares y del cuello en los sujetos con bruxismo han mostrado una coherencia significativa durante el sueño, sin importar la etapa de éste, por lo que se corrobora que el bruxismo es un fenómeno regulado centralmente (Gouw et al. 2020).

De acuerdo con el consenso internacional del Bruxismo, los sujetos que presentan esta afectación han mostrado trastornos en la contracción de los músculos maseteros y ha sido observado y confirmado en diferentes estudios donde el grupo de participantes con posible bruxismo presentan mayor actividad del músculo masetero en ambos lados. Entre tanto, no existe un acuerdo en el papel que juega el análisis electromiográfico en la caracterización de la excitación de los músculos mandibulares en presencia de desórdenes temporomandibulares, sin embargo, resultados sugieren que los sujetos con Desórdenes Temporomandibulares (DT) sufren de fatiga más fácilmente comparado con los sujetos sanos, pero el proceso de activación electromiográfica es muy similar entre ambos grupos de sujetos (Xu et al. 2017). El presente estudio muestra relevantes consideraciones en cuanto a la presencia de asimetría mandibular y la actividad eléctrica de los músculos masetero y ECM, La actividad eléctrica del masetero mostró una relación significativa de $p=0.04$ con la actividad del ECM. Estos resultados coinciden con los mostrados en un estudio cuyo objetivo era examinar la relación funcional del músculo masetero con el ECM así como su interacción con la cabeza. Ellos encontraron una relación funcional entre las actividades de los músculos masetero y ECM, así como también entre los movimientos mandibulares y de la cabeza durante la masticación (Shimazaki et al. 2006).

Es sustancial considerar que trabajos realizados en sujetos sanos mostraron ciertos índices de asimetría en la actividad muscular durante diferentes posiciones mandibulares (Campillo et al. 2017). Se ha publicado con anterioridad que la desviación horizontal de la mandíbula interfiere con la estabilidad de la postura erguida sobre una base inestable, por lo que los cambios en el sistema estomatognático afectan el equilibrio dinámico (Wakano, y cols., 2011). En el presente trabajo, fue observado que los sujetos que presentan desviación mandibular por masticación unilateral mostraron una relación significativa en la mayor actividad de los músculos masetero y ECM. Esto sugiere una mayor demanda y reclutamiento de estos músculos en respuesta a una mayor carga de masticación (Häggman-Henrikson, Nordh, and Eriksson 2013). Por otro lado, (Ma et al. 2023), en 2023 reportaron que la masticación unilateral, da como resultado un área de presión diferente entre articulaciones temporomandibulares; por lo que la masticación unilateral podría ser un factor esencial en la remodelación asimétrica entre las dos articulaciones. Así mismo, la masticación unilateral es uno de los factores de riesgo de las disfunciones temporomandibulares (Ma et al. 2023). Se ha confirmado la presencia de una mayor reducción del espacio articular en el cóndilo de balance que en el de trabajo durante la masticación (Jurt et al. 2020). Además, ha sido ratificado que, en los sujetos con masticación unilateral, el cóndilo con posición normal del disco presenta una sobrecarga del lado de balance (Sagl et al. 2024). En esa misma línea, los sujetos con DT, mostraron cambios en las estrategias de coactivación y coordinación de los músculos mandibulares evidenciados por un mayor gasto energético y asincronía de los músculos del cuello (Fassicollo et al. 2021).

Esta relación de la actividad eléctrica de los músculos masetero y ECM observada en los sujetos con masticación unilateral, parece no ocurrir en los sujetos estudiados en el presente trabajo, cuando la asimetría no se debe a una masticación unilateral, no se observó una relación de la actividad eléctrica de los músculos masetero y ECM con el lado de la desviación mandibular. Esto coincide con el trabajo realizado en donde estudiaron la asimetría de la actividad eléctrica de los músculos temporal,

masetero y ECM en pacientes con trastorno temporomandibular comparados con aquellos sin trastornos. Ellos mostraron que la simetría de la actividad de dichos músculos fue menor en el grupo de los sujetos con trastornos comparado con el grupo control (Gerdi Kittel Ries, Correa Alves, and Berzin 2008). No existe un acuerdo en el papel que desarrolla la actividad eléctrica de los músculos mandibulares en la caracterización de las asimetrías en pacientes con trastornos temporomandibulares (de Paiva et al. 2022). Coincidimos en que esto podría ser una compensación del sistema para adaptarse y de esta manera realizar las funciones adaptativas. Entretanto, en un estudio cuyo objetivo era buscar la presencia de una correlación entre el nivel de dolor auto informado, el umbral del dolor a la presión de los músculos masetero, temporal y ECM y la calidad de vida en pacientes con trastorno temporomandibular de origen muscular. Ellos encontraron la presencia de una correlación positiva entre la presencia de dolor de los músculos con la calidad de vida. También fue observada una correlación negativa significativa entre el umbral del dolor a la presión de los músculos esternocleidomastoideos y la calidad de vida de los sujetos (Januzzi et al. 2023). Por otro lado, se realizó un estudio electromiográfico de superficie cuyo objetivo fue medir el efecto del cambio de posición mandibular en la actividad eléctrica de los músculos masetero, temporal, esternocleidomastoideos y trapecios. Ellos observaron una reducción significativa de la actividad muscular bilateral durante el apretamiento máximo voluntario en sujetos que habían utilizado un aparato para reposición mandibular; sin embargo, en los sujetos que no habían utilizado aparato para reposicionar la mandíbula encontraron que, durante el apretamiento máximo voluntario, disminuyó la actividad de forma unilateral y solo para los músculos masetero y ECM (Ceneviz et al. 2006). Además de eso, Choi y cols., en 2021 (Choi et al. 2021), señalaron en su trabajo, la presencia de cambios significativos en la actividad del músculo ECM en los sujetos con DT que usaron un aparato equilibrador de la ATM, por lo que considera que los músculos ECM deben ser incluidos para el diagnóstico de DT, además de que los maseteros no sufrieron el cambio tan grande como los ECM. Coincidimos con estos hallazgos mencionados por los diferentes autores pues las observaciones realizadas en el presente trabajo

muestran un comportamiento de la actividad muscular de los maseteros y ECM diferente en los sujetos con asimetría por masticación unilateral con respecto a los que tienen asimetría por otra razón. En el presente trabajo también se pudo observar que, aun cuando es alta la frecuencia de la presencia de escoliosis (84%) en los sujetos con de asimetría facial, no hay una relación de la presencia de escoliosis específica con la masticación unilateral (Tabla 7); pero si podemos decir que existe una asociación entre la presencia de desviación mandibular con escoliosis (Nakashima et al. 2017). En un estudio realizado por (Zhou et al. 2013) en el cual buscaron la relación entre la morfología coronal de la columna y el equilibrio del tronco en pacientes adultos con desviación mandibular. Ellos reportaron que la dirección de la desviación mandibular fue la misma que la de la flexión lateral de las vértebras torácico-lumbares, que era opuesta a la dirección de la flexión lateral de las vértebras cervicales. Estos resultados coinciden con el presente trabajo, pero solamente en el 66.6 % de los sujetos (tabla 6), ya que, en el 33.3 % no se observó coincidencia del lado de la desviación mandibular con respecto a la flexión lateral de las vértebras torácico-lumbares.

Existen muy pocos trabajos en los que se haya considerado la presencia de escoliosis con la desviación mandibular, y menos aún en donde se estudie la parte de la actividad eléctrica de los músculos ECM en relación con la desviación mandibular y la presencia de escoliosis.

Pensamos que es de gran importancia considerar la inspección y auscultación de la cabeza y cuello de forma rutinaria para el diagnóstico y pronóstico y no atender solamente la posición de los dientes. Coincidimos con Zhou en que es necesario tomar en cuenta que la desviación mandibular no solo puede provocar alteraciones en la ATM, asimetría facial, alteración de la actividad eléctrica de los músculos de cabeza y cuello, sino que también repercute en la coordinación de los músculos simétricos del tronco por lo que cuando la asimetría mandibular es tratada como una patología aislada conduce a una eficiencia clínica carente.

Conclusiones

En este trabajo se puede concluir lo siguiente:

1. Existe una correlación significativa de la actividad eléctrica del músculo masetero con la actividad eléctrica del músculo esternocleidomastoideo.
2. Los sujetos que presentan desviación mandibular por masticación unilateral mostraron una relación significativa en la mayor actividad de los músculos masetero y ECM.
3. La presencia de escoliosis, esta asociada a la presencia de asimetría facial por desviación mandibular.

Propuestas

Aun cuando este estudio es original, pues no existen trabajos actuales en los que se haya relacionado la desviación mandibular con la presencia de escoliosis y que al mismo tiempo se haya medido la actividad eléctrica de los músculos, no solo maseteros, sino también ECM hubiera sido muy interesante registrar el apoyo podal de todos los sujetos. Por otro lado, aumentar el tamaño de muestra para poder clasificar el grado de escoliosis y el grado de la desviación mandibular, seguramente traerá aportaciones mucho mayores.

Bibliografía

- Álvarez García de Quesada, L I, and A Núñez Giralda. 2011. "Escoliosis Idiopática." *Pediatría Atención Primaria* 13 (49): 135–46.
- Aparicio, M A Villarroya. 2005. "Electromiografía Cinesiológica." *Rehabilitación* 39 (6): 255–64.
- Arnold, Thomas G, Gary C Anderson, and William F Liljemark. 1994. "Cephalometric Norms for Craniofacial Asymmetry Using Submental-Vertical Radiographs." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 106 (3): 250–56.
- Bishara, Samir E, Paul S Burkey, and John G Kharouf. 1994. "Dental and Facial Asymmetries: A Review." *The Angle Orthodontist* 64 (2): 89–98.
- Bueno Sánchez, A M. 2014. "Exploración de Columna y Cadera: Cómo Manejar La Escoliosis." *Pediatría Atención Primaria* 16: 111–17.
- Campillo, Bárbara, Conchita Martín, Juan-Carlos Palma, Aler-Daniel Fuentes, and José-Antonio Alarcón. 2017. "Electromyographic Activity of the Jaw Muscles and Mandibular Kinematics in Young Adults with Theoretically Ideal Dental Occlusion: Reference Values." *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal* 22 (3): e383.
- Castellón Sarduy, Mónica Beatriz, and Lianet Díaz Salazar. 2021. "Convergencia Ocular, Simetría Facial y Corporal En Niños de 5 a 12 Años Con Mordidas Cruzadas." *Medicentro Electrónica* 25 (1): 73–91.
- Ceneviz, Caroline, Noshir R Mehta, Albert Forgione, M J Sands, Emad F Abdallah, Silvia Lobo Lobo, and Sofia Mavroudi. 2006. "The Immediate Effect of Changing Mandibular Position on the EMG Activity of the Masseter, Temporalis, Sternocleidomastoid, and Trapezius Muscles." *CRANIO®* 24 (4): 237–44.
- Choi, Kwang-Ho, O Sang Kwon, Lakhyung Kim, So Min Lee, Ui Min Jerng, and Jeeyoun Jung. 2021. "Electromyographic Changes in Masseter and Sternocleidomastoid Muscles Can Be Applied to Diagnose of Temporomandibular Disorders: An Observational Study." *Integrative Medicine*

Research 10 (4): 100732.

Coelho-Ferraz, M J P, F Bérzin, and C Amorim. 2008. "Evaluación Electromiográfica de Los Músculos Masticadores Durante La Fuerza Máxima de Mordedura." *Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial* 30 (6): 420–27.

Cohen Jr, M Michael. 1995. "Perspectives on Craniofacial Asymmetry. III. Common and/or Well-Known Causes of Asymmetry." *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 24 (2): 127–33.

Engel, W King. 1975. "Brief, Small, Abundant Motor-unit Action Potentials: A Further Critique of Electromyographic Interpretation." *Neurology* 25 (2): 173.

Fassicollo, Carlos Eduardo, Denny Marcos Garcia, Bárbara Cristina Zanandrea Machado, and Cláudia Maria de Felício. 2021. "Changes in Jaw and Neck Muscle Coactivation and Coordination in Patients with Chronic Painful TMD Disk Displacement with Reduction during Chewing." *Physiology & Behavior* 230: 113267.

Fernández, S Sastre. 2006. *Método de Tratamiento de Las Escoliosis, Cifosis y Lordosis*. Vol. 100. Edicions Universitat Barcelona.

Ferrario, V F, C Sforza, A D'addona, and E Barbini. 1993. "Electromyographic Activity of Human Masticatory Muscles in Normal Young People. Statistical Evaluation of Reference Values for Clinical Applications." *Journal of Oral Rehabilitation* 20 (3): 271–80.

Fischer, Bercu. 1954. "Asymmetries of the Dentofacial Complex: Their Influence on Diagnosis, Prognosis and Treatment." *The Angle Orthodontist* 24 (4): 179–92.

Galíndez, Blanca Delgado, and Mónica Villalpando Carreón. 2005. "Incidencia de Deformidades Dentofaciales En Un Hospital de Especialidades." *Revista Médica Del Instituto Mexicano Del Seguro Social* 43 (2): 155–59.

George, Frances V De, and Robert L Fisher. 1967. "Idiopathic Scoliosis: Genetic and Environmental Aspects." *Journal of Medical Genetics* 4 (4): 251.

Gerdi Kittel Ries, Lilian, Marcelo Correa Alves, and Fausto Berzin. 2008. "Asymmetric Activation of Temporalis, Masseter, and Sternocleidomastoid Muscles in Temporomandibular Disorder Patients." *CRANIO®* 26 (1): 59–64.

Gouw, Simone, Angela Frowein, Carlijn Braem, Anton de Wijer, Nico H J Creugers,

- Jaco W Pasma, Jonne Doorduyn, and Stanimira I Kalaykova. 2020. "Coherence of Jaw and Neck Muscle Activity during Sleep Bruxism." *Journal of Oral Rehabilitation* 47 (4): 432–40.
- Guo, S-X, B-Y Li, Y Zhang, L-J Zhou, L Liu, S-E Widmalm, and M-Q Wang. 2017. "An Electromyographic Study on the Sequential Recruitment of Bilateral Sternocleidomastoid and Masseter Muscle Activity during Gum Chewing." *Journal of Oral Rehabilitation* 44 (8): 594–601.
- Häggman-Henrikson, Birgitta, Erik Nordh, and Per-Olof Eriksson. 2013. "Increased Sternocleidomastoid, but Not Trapezius, Muscle Activity in Response to Increased Chewing Load." *European Journal of Oral Sciences* 121 (5): 443–49.
- Han, Jing, Qintong Xu, Yi Yang, Zhengjun Yao, and Chi Zhang. 2015. "Evaluation of Quality of Life and Risk Factors Affecting Quality of Life in Adolescent Idiopathic Scoliosis." *Intractable & Rare Diseases Research* 4 (1): 12–16.
- Haralur, Satheesh B, Muhammad Irfan Majeed, Saurabh Chaturvedi, Nasser M Alqahtani, and Mohammed Alfarsi. 2019. "Association between Preferred Chewing Side and Dynamic Occlusal Parameters." *Journal of International Medical Research* 47 (5): 1908–15.
- Hermens, Hermie J, Bart Freriks, Catherine Disselhorst-Klug, and Günter Rau. 2000. "Development of Recommendations for SEMG Sensors and Sensor Placement Procedures." *Journal of Electromyography and Kinesiology* 10 (5): 361–74.
- Hong, Jae Young, Seung Woo Suh, Hitesh N Modi, Jae Hyuk Yang, Young Chul Hwang, Dong Yul Lee, Chang Yong Hur, and Young Hwan Park. 2011. "Correlation between Facial Asymmetry, Shoulder Imbalance, and Adolescent Idiopathic Scoliosis." *Orthopedics* 34 (6): e187–94.
- Izurieta Freire, Joffre Gabriel. 2018. "Sistema de Adquisición de Señales EMG (Electromiográficas) Para Detectar Miopatías En Deportistas de Alto Rendimiento." Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas
- Jamal, Muhammad Zahak. 2012. "Signal Acquisition Using Surface EMG and Circuit Design Considerations for Robotic Prosthesis." *Computational Intelligence in Electromyography Analysis-A Perspective on Current Applications and Future*

Challenges 18: 427–48.

- Januzzi, Marcella-Santos, Amália Moreno, Emerson-Gomes Dos Santos, Fernanda-Pereira de Caxias, Flávia-Florêncio de Athayde, Alana-Semenzin Rodrigues, and Juliana Dela Líbera. 2023. "Relationship between Self-Reported Pain, Pain Threshold, Pain Catastrophization and Quality of Life in Patients with TMD." *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* 15 (1): e23.
- Jurt, Alice, Jeong-Yun Lee, Luigi M Gallo, and Vera Colombo. 2020. "Influence of Bolus Size and Chewing Side on Temporomandibular Joint Intra-Articular Space during Mastication." *Medical Engineering & Physics* 86: 41–46.
- Koh, Timothy J, and Mark D Grabiner. 1993. "Evaluation of Methods to Minimize Cross Talk in Surface Electromyography." *Journal of Biomechanics* 26: 151–57.
- Kouwenhoven, Jan-Willem M, and René M Castelein. 2008. "The Pathogenesis of Adolescent Idiopathic Scoliosis: Review of the Literature." *Spine* 33 (26): 2898–2908.
- Kronmiller, Jan E. 1998. "Development of Asymmetries." In *Seminars in Orthodontics*, 4:134–37. Elsevier.
- la Cruz Rodríguez, Homero De, Betty Coutiño León, Ignacio Mora Magaña, Maricel Mallart Miró, and María Eloísa González Sandoval. 2002. "Eficacia de Las Corrientes Interferenciales Para La Mejoría de La Angulación En Niños Mexicanos Con Escoliosis Idiopática." *Acta Ortopédica Mexicana* 16 (4): 211–16.
- Ma, Hedi, Tinghui Zheng, Bingmei Shao, and Zhan Liu. 2023. "Evaluation of the Effect of Unilateral Mastication on the Morphology of Temporomandibular Joint from the Perspective of Dynamic Joint Space." *Journal of Oral Rehabilitation*.
- Machida, Masafumi, Jean Dubousset, Takako Satoh, Ichiro Murai, Kirkham B Wood, Thoru Yamada, and Junnosuke Ryu. 2001. "Pathologic Mechanism of Experimental Scoliosis in Pinealectomized Chickens." *Spine* 26 (17): E385–91.
- Mahaudens, P, and A-V Bruyneel. 2020. "Escoliosis Idiopática: Evidencias Científicas e Implicaciones Clínicas." *EMC-Kinesiterapia-Medicina Física* 41 (1): 1–14.
- Melnik, Andrew K. 1992. "A Cephalometric Study of Mandibular Asymmetry in a

- Longitudinally Followed Sample of Growing Children.” *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 101 (4): 355–66.
- Merletti, Roberto, Alberto Botter, Amedeo Troiano, Enrico Merlo, and Marco Alessandro Minetto. 2009. “Technology and Instrumentation for Detection and Conditioning of the Surface Electromyographic Signal: State of the Art.” *Clinical Biomechanics* 24 (2): 122–34.
- Merletti, Roberto, and Philip J Parker. 2004. *Electromyography: Physiology, Engineering, and Non-Invasive Applications*. Vol. 11. John Wiley & Sons.
- Molinero, M Álvarez, J J Aguilar Naranjo, N Llopart Alcalde, and L Millán Casas. 2009. “Evaluación de La Escoliosis Idiopática Juvenil y Del Adolescente.” *Rehabilitación* 43 (6): 270–75.
- Nakashima, Azusa, Hiroyuki Nakano, Tomohiro Yamada, Kazuya Inoue, Goro Sugiyama, Wataru Kumamaru, Yasumichi Nakajima, Tomoki Sumida, Takeshi Yokoyama, and Katsuaki Mishiama. 2017. “The Relationship between Lateral Displacement of the Mandible and Scoliosis.” *Oral and Maxillofacial Surgery* 21: 59–63.
- Negrini, Stefano, Angelo G Aulisa, Lorenzo Aulisa, Alin B Circo, Jean Claude De Mauroy, Jacek Durmala, Theodoros B Grivas, Patrick Knott, Tomasz Kotwicki, and Toru Maruyama. 2012. “2011 SOSORT Guidelines: Orthopaedic and Rehabilitation Treatment of Idiopathic Scoliosis during Growth.” *Scoliosis* 7 (1): 3.
- Oegema, Jr T R, David S Bradford, KATHERINE M Cooper, and Robert E Hunter. 1983. “Comparison of the Biochemistry of Proteoglycans Isolated from Normal, Idiopathic Scoliotic and Cerebral Palsy Spines.” *Spine* 8 (4): 378–84.
- Okeson, Jeffrey P. 2019. *Tratamiento de Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Elsevier Health Sciences.
- Paiva, Felipe Acácio de, Kariny Realino Ferreira, Michelle Almeida Barbosa, and Alexandre Carvalho Barbosa. 2022. “Masticatory Myoelectric Side Modular Ratio Asymmetry during Maximal Biting in Women with and without Temporomandibular Disorders.” *Biosensors* 12 (8): 654.
- Palastanga, Nigel, Derek Field, and Roger Soames. 2007. *Anatomía y Movimiento*

- Humano. Estructura y Funcionamiento*. Editorial paidotribo.
- Peck, Sheldon, Leena Peck, and Matti Kataja. 1991. "Skeletal Asymmetry in Esthetically Pleasing Faces." *The Angle Orthodontist* 61 (1): 43–48.
- Pirttiniemi, Pertti, and Tuomo Kantomaa. 1992. "Relation of Glenoid Fossa Morphology to Mandibulofacial Asymmetry, Studied in Dry Human Lapp Skulls." *Acta Odontologica Scandinavica* 50 (4): 235–43.
- Ponseti, IGNACIO V, V Pedrini, R Wynne-Davies, and G Duval-Beaupere. 1976. "Pathogenesis of Scoliosis." *Clinical Orthopaedics and Related Research*, no. 120: 268–80.
- Pozzo, Marco, Dario Farina, and Roberto Merletti. 2003. "Electromyography: Detection, Processing and Applications." *Biomedical Technology and Devices Handbook* (CRC Press, 2003), 1–4.
- Sagl, Benedikt, Martina Schmid-Schwap, Eva Piehslinger, Hai Yao, Xiaohui Rausch-Fan, and Ian Stavness. 2024. "The Effect of Bolus Properties on Muscle Activation Patterns and TMJ Loading during Unilateral Chewing." *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 106401.
- Salvador-Esteban, E, and P Luengo-González. 2009. "Etiopatogenia e Historia Natural de La Escoliosis Idiopática." *Rehabilitación* 43 (6): 258–64.
- SHAH, SHARAD M, and M R Joshi. 1978. "An Assessment of Asymmetry in the Normal Craniofacial Complex." *The Angle Orthodontist* 48 (2): 141–48.
- Shimazaki, Kazuo, Nozomu Matsubara, Masataka Hisano, and Kunimichi Soma. 2006. "Functional Relationships between the Masseter and Sternocleidomastoid Muscle Activities during Gum Chewing: The Effect of Experimental Muscle Fatigue." *The Angle Orthodontist* 76 (3): 452–58.
- Sinnatamby, Chummy S. 2003. *Anatomía de Last: Regional y Aplicada*. Editorial Paidotribo.
- Skolnick, Jay, Bejan Iranpour, Per-Lennart Westesson, and Steven Adair. 1994. "Prepubertal Trauma and Mandibular Asymmetry in Orthognathic Surgery and Orthodontic Patients." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics* 105 (1): 73–

77.

- Soderberg, Gary L. 1992. *Selected Topics in Surface Electromyography for Use in the Occupational Setting: Expert Perspectives*. US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers
- Sora, Carolina, and Pedro María Jaramillo Vallejo. 2005. "Diagnóstico de Las Asimetrías Faciales y Dentales."
- Sutton, Philip R N. 1968. "Lateral Facial Asymmetry-Methods of Assessment." *The Angle Orthodontist* 38 (1): 82–92.
- Tomonari, Hiroshi, Sangho Kwon, Takaharu Kuninori, and Shouichi Miyawaki. 2017. "Differences between the Chewing and Non-Chewing Sides of the Mandibular First Molars and Condyles in the Closing Phase during Chewing in Normal Subjects." *Archives of Oral Biology* 81: 198–205.
- Vásquez Velástegui, Sonia Karina. 2017. "Estudio Diagnóstico Comparativo Entre Pacientes Con Asimetría Facial Esquelética Con Presencia de Escoliosis vs. Pacientes Con Asimetría Facial Esquelética Sin Presencia de Escoliosis." Quito: USFQ, 2017.
- Vig, P S, and A B Hewitt. 1975. "Asymmetry of the Human Facial Skeleton." *The Angle Orthodontist* 45 (2): 125–29.
- Weinstein, Stuart L, Lori A Dolan, Jack C Y Cheng, Aina Danielsson, and Jose A Morcuende. 2008. "Adolescent Idiopathic Scoliosis." *The Lancet* 371 (9623): 1527–37.
- Xu, L, S Fan, B Cai, Z Fang, and X Jiang. 2017. "Influence of Sustained Submaximal Clenching Fatigue Test on Electromyographic Activity and Maximum Voluntary Bite Forces in Healthy Subjects and Patients with Temporomandibular Disorders." *Journal of Oral Rehabilitation* 44 (5): 340–46.
- Zhou, Shuncheng, Juanjuan Yan, Hu Da, Yang Yang, Na Wang, Wenyong Wang, Yin Ding, and Shiyao Sun. 2013. "A Correlational Study of Scoliosis and Trunk Balance in Adult Patients with Mandibular Deviation." *PLoS One* 8 (3): e59929.

Anexos



Odontología
UAQ



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina



NUMERO DE FOLIO: _____

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

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

Firma del participante

Firma del padre o tutor

Fecha: _____

Testigo 1. _____

Testigo 2. _____

Esta parte debe ser completada por el Investigador (o su representante):

He explicado al Sr(a). _____ a naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación y la de su hijo (a). He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y repuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Nombre y firma del investigador.

Lizeth Alejandra Morales Rivas _____
Alumna de segundo semestre de la especialidad de Ortodoncia en la Facultad de
Medicina de la UAQ

Correo electrónico: _____

Fecha: _____



Odontología
UAQ



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina



Carta de revocación del consentimiento

Título del protocolo:

Investigador principal:

Sede donde se realizará el estudio: Clínica de Ortodoncia de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Nombre del participante:

Por este conducto deseo informar mi decisión de retirarme de este proyecto de investigación por las siguientes razones (opcional):

Si el paciente así lo desea, podrá solicitar que le sea entregada toda la información que se haya recabado sobre él, con motivo de su participación en el presente estudio.

Nombre y firma del paciente: _____

Nombre y firma del padreo o tutor: _____

Nombre y firma de un testigo: _____

Fecha: _____

c.c.p El paciente.

(Se deberá elaborar por duplicado quedando una copia en poder del paciente).