



**RELACIÓN ENTRE POSTURA Y RESPUESTA
ELECTROMIOGRÁFICA DE MÚSCULOS MASTICATORIOS DE
SUJETOS SEGÚN CLASE ESQUELETAL POR STEINER**

Trabajo de investigación requisito para optar al Título de Cirujano Dentista

Alumnos: Gabriela Peirano López
Nancy Tapia Vásquez
Patricia Venega Navarro
Docente Guía: Sebastián Espinoza Espinoza

Índice

Contenido

2. Marco teórico	2
2.1 Embriología craneofacial	2
2.1.1 Neurocráneo.....	2
2.1.2 Cara.....	2
2.1.3 Aparato masticatorio	4
2.2 Crecimiento maxilofacial	4
2.3 Fundamentos anatómicos de las maloclusiones	6
2.4 Técnicas cefalométricas.....	8
2.4.1 Evaluación esquelética	8
2.5 Anatomía y fisiología del músculo de cabeza y cuello.....	9
2.6 Electromiografía	11
2.6.1 Músculos de la masticación	12
2.6.2 Acción de los músculos en conjunto	14
2.7 Postura	16
2.7.1 Postura y relación esquelética	16
2.7.2 Evaluación de postura.....	17
2.7.3 Las cadenas musculares.....	18
2.7.3.1 Fascias.....	18
3. Objetivos	23
3.1 Objetivo principal.....	23
3.2 Objetivos específicos.....	23
4. Hipótesis.....	23
5. Materiales y métodos	24
5.1 Tamaño muestral	24
5.2 Variables	24
5.3 Criterios de inclusión y exclusión.....	25
5.4 Instrumentos de medición y procedimientos.....	25
5.4.1 Análisis de cefalometría.....	25

5.4.2 APECS	26
5.4.3 Electromiografía de superficie.....	27
5.5 Consideraciones éticas	29
5.6 Análisis de resultados	29
6. Resultados	30
7. Discusión.....	40
8. Conclusiones	43
9. Sugerencias.....	44
10. Resumen.....	45
11. Referencias bibliográficas.....	46
12. Anexos.....	50
12.1 Documento consentimiento informado	50
12.2 Ficha de datos personales	56
12.3 APECS	58
12.4 Carta de aprobación de Comité de Ética.....	61
12.5 Protocolos.....	62
12.5.1 Protocolo de toma de fotografía	62
12.5.2 Protocolo de toma de radiografía	62
12.5.3 Protocolo Electromiografía	62
12.6 certificación de estandarización.....	64

Introducción

La relación maxilomandibular que garantiza armonía en el sistema estomatognático corresponde a la relación esquelética clase I, esto es una norma relación entre el maxilar y la mandíbula. Sin embargo, estudios señalan que la prevalencia de clase I esquelética solo se da entre un 29,7-53,3% de los individuos, el resto corresponden a individuos con una relación esquelética clase II y III, cuyo sistema estomatognático se ve afectado¹.

La Ortodoncia como especialidad odontológica es la rama encargada de la prevención, diagnóstico, intercepción y tratamiento de malposiciones dentarias y trastornos maxilofaciales², junto a cirugía maxilofacial, se encarga del manejo de las malformaciones maxilomandibulares³, ya sea mediante un tratamiento ortodóncico u ortodóncico-quirúrgico según sea la necesidad del paciente.

Además, existen una multitud de autores cuya línea investigativa apunta a demostrar la relación existente entre una relación maxilomandibular anómala, una determinada actividad electromiográfica de los músculos de cabeza y cuello, y una postura corporal alterada.

Se ha demostrado que una determinada postura influye en el tipo de relación esquelética, así como también una determinada relación esquelética influye sobre una determinada posición postural (Relación bidireccional). Se indica una relación entre pacientes clase II esquelética con una postura encorvada y adelantamiento de cabeza y cuello⁴.

Existe un componente muscular que también puede estar afectando a una determinada relación esquelética, se ha encontrado relación entre la respuesta de músculos implicados en la masticación y una determinada relación esquelética a través de electromiografía de superficie⁵. Se señala que una actividad muscular alterada puede incluso ser la causa de una maloclusión⁴.

Por otra parte, en la literatura también se encuentra una relación entre la respuesta muscular y la postura corporal, esto se explicaría por la teoría de las cadenas musculares, que indica la presencia de una fascia de tejido conectivo que recubre todo el cuerpo uniendo el sistema músculo esquelético al visceral, esto podría responder a que una alteración a nivel postural podría generar una alteración en algún músculo de cabeza y cuello⁶.

Si bien un tratamiento de ortodoncia o cirugía ortognática se enfoca en la corrección de una relación oclusal o esquelética alterada, sería de gran importancia considerar todos los factores que pudieran estar influyendo en dicha alteración, ya sea a nivel postural o muscular, de esta manera se apunta a un tratamiento rehabilitador más integral.

El presente trabajo expone una investigación cuyo objetivo es observar si existe una relación entre la postura corporal, relación esquelética según Steiner y respuesta electromiográfica de superficie de los músculos maseteros, temporales anteriores y vientres anteriores de los músculos digástricos.

2. Marco teórico

2.1 Embriología craneofacial

Los tejidos de la cabeza están compuestos por células de los tres orígenes de la capa germinal: ectodérmica, endodérmica y mesenquimatosa. Como se observa en el desarrollo de muchos órganos, la morfogénesis craneofacial depende de interacciones continuas y recíprocas entre tejido, con el desarrollo de dientes, paladar y mandíbula como ejemplos clásicos⁷. En el desarrollo de las primeras etapas de la formación del cráneo participan tres partes que provienen embriológicamente de las células de la cresta neural y tejido mesodérmico paraxial, los cuales son: el neurocráneo, la cara y el aparato masticatorio⁸.

2.1.1 Neurocráneo

Comprende la bóveda craneal o desmocráneo, el cual cubre el encéfalo y proviene del hueso formado de manera intramembranosa. El desmocráneo da origen a lo que son hueso frontal, parietal, supraoccipital, y huesos temporales. El neurocráneo además, comprende lo que es la base de cráneo o condrocráneo, el cual es el piso craneal del encéfalo, asociado con la cubierta capsular de los órganos que están relacionados con los sentidos (nasal, auditivo y auricular). Éste proviene de hueso formado endocondralmente y su cartílago precursor es conocido como condrocráneo. El condrocráneo da origen a lo que son los huesos etmoides, esfenoides, cápsula ótica, porción petrosa del temporal y basioccipital¹⁰.

2.1.2 Cara

Proviene de hueso formado de manera intramembranosa con origen de células de la cresta neural, ésta comprende el desarrollo del sistema estomatognático, el cual es derivado de los arcos faríngeos y del proceso frontonasal. Al principio de la cuarta semana de formación del embrión, de las paredes laterales y piso de la faringe se forman los arcos branquiales o faríngeos los cuales surgen de la proliferación del mesénquima. Las células de las crestas neurales emigran hacia el mesodermo de los arcos branquiales dando origen a componentes esqueléticos, óseos y cartilagosos. Del primer arco faríngeo se originan los procesos maxilares, mandibulares, cartílago de Meckel, el nervio trigémino y los músculos masticadores⁹. El cartílago de Meckel será guía o centro de mecanismo de osificación del cuerpo de la mandíbula, cóndilo mandibular, cartílago de Reichert y cápsula nasal¹⁰.

En la formación del macizo facial participan cinco procesos alrededor de una depresión central o estomodeo. Los procesos pares corresponden a las prominencias maxilares o mandibulares y el proceso frontonasal medio. Los procesos se fusionan entre sí a través de dos mecanismos fusión aparente y fusión real. El proceso maxilar crece dirigiéndose hacia arriba y adelante extendiéndose por debajo de la porción del ojo y por encima de la cavidad bucal primitiva. El proceso mandibular progresa hacia la línea media por debajo del estomodeo para

fusionarse con el lado opuesto y formar la mandíbula y el labio inferior. Los procesos mandibulares y maxilares se fusionan lateralmente en la región superficial para dar origen a la mejilla, reduciéndose la apertura bucal¹⁰.

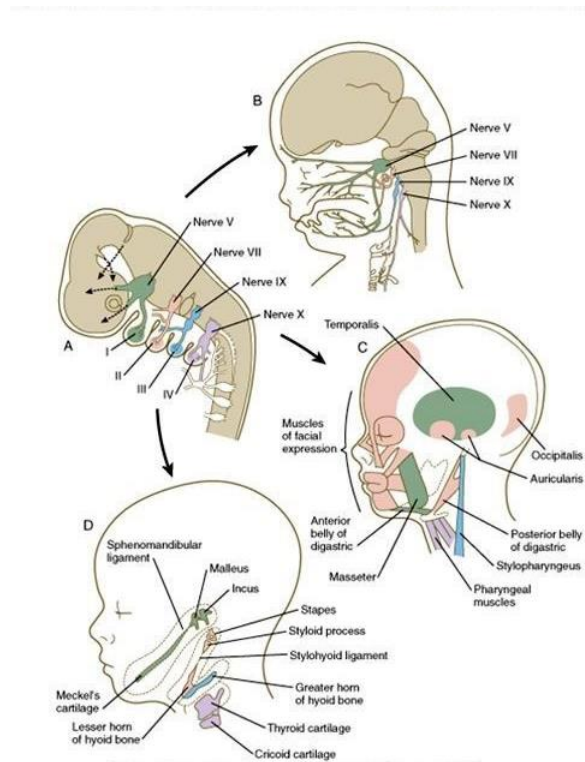


Figura 1. Formación de estructuras de cara a partir de arcos faríngeos¹¹

a) Arcos faríngeos. b) Formación de pares craneales: primer arco V par craneal, segundo arco VII par craneal, tercer arco IX par craneal y cuarto arco X par craneal. c) Formación de musculatura: del primer arco faríngeo músculo temporal, vientre anterior del músculo digástrico y músculo masétero. Del segundo arco músculo occipital, músculo auricular, vientre posterior del músculo digástrico y músculos de la expresión facial. Del tercer arco músculo estilofaríngeo y del cuarto arco el músculo faríngeo. d) Formación ósea y cartilaginosa a partir de arcos faríngeos: primer arco faríngeo cartilago de meckel precursor de mandíbula Del segundo arco el estribo, proceso estiloides, ligamento estilohioideo y cuerno menor del hioides. Del tercer arco el cuerno mayor del hioides. Del cuarto arco los cartílagos tiroideos y cricoides.

Alrededor de las 10 a 12 semanas, al finalizar el periodo embrionario, cuando la conformación y organización de los tejidos blandos se encuentra muy avanzada, comienza la formación de los tejidos duros. Existen dos tipos de osificación, la intramembranosa la cual se realiza a expensas del mesénquima y la endocondral la cual se realiza a por remoción de cartílago. El maxilar inferior tiene un mecanismo de osificación llamado yuxtaparacondral en el que el cartílago de Meckel sirve como guía y se produce a las 6 semanas de formación. El maxilar superior tiene un mecanismo de osificación intramembranoso, su crecimiento es por dominancia de las estructuras óseas que lo rodean y por el desarrollo de las cavidades neumáticas¹⁰.

2.1.3 Aparato masticatorio

Comprende lo que es la dentición, la cual se desarrolla de las células de las crestas neurales, de donde derivan los componentes de los tejidos conectivos que formarán las estructuras dentarias: el complejo dentino pulpar, que tiene su origen en la papila dentaria la cual a las seis semanas tiene su diferenciación proveniente del ectomesénquima embrionario, los tejidos de sostén del diente o periodonto de inserción, hueso, ligamento y cemento que se forman a partir del saco dentario proveniente del ectomesénquima embrionario¹⁰.

2.2 Crecimiento maxilofacial

El crecimiento del cráneo y la cara es regulado por factores hereditarios y ambientales, éste se constituye por un proceso complejo que, según Gardner, se realiza por la acción combinada de cuatro fenómenos: sustitución de cartílago por hueso, crecimiento a nivel de suturas, aposición ósea periférica asociada a la resorción interna y la erupción dentaria. Este crecimiento craneofacial armónico y proporcional se realiza en los sentidos: transversal debido a la aposición ósea de las paredes laterales de los maxilares y apófisis cigomática y a la expansión de las cavidades sinusales. En sentido vertical, debido al crecimiento frontonasal, procesos alveolares y condíleo, a la función respiratoria y erupción dentaria. Y en profundidad, debido a la aposición ósea a nivel del borde posterior de la rama mandibular y tuberosidad¹⁰.

El crecimiento prenatal del maxilar inferior es hacia abajo y hacia adelante a expensas del cartílago condilar y en sentido vertical por la formación de las apófisis alveolares. En sentido anteroposterior se produce por aposición en el borde posterior de la rama y por reabsorción en el borde anterior de la misma. A las 16 semanas comienza la reabsorción de la cara lingual, lo que contribuye a un crecimiento hacia delante de esta región del cuerpo mandibular. El crecimiento postnatal se realiza a los dos años de edad de forma acelerada como consecuencia de la función masticatoria. Las proporciones se equiparan en tamaño con los huesos del cráneo alrededor de los 7 años¹⁰.

La formación de la cara y de la cavidad bucal implica una serie de movimientos, los cuales pueden verse alterados por factores genéticos, ambientales o de origen desconocido produciendo malformaciones o anomalías¹⁰.

El crecimiento prenatal del maxilar superior por el mecanismo sutural es en tres sentidos: hacia abajo y adelante por las suturas maxilomalar, frontomaxilar y cigomática temporal. En sentido transversal por la sutura medio palatina y vertical por el desarrollo de apófisis alveolares. Durante el periodo fetal la superficie externa del maxilar se da por aposición, aumentando la longitud del arco cigomático. El alargamiento en forma vertical del paladar se forma por la reabsorción del lado nasal del paladar¹⁰.

El crecimiento del macizo craneofacial conduce al aumento de las dimensiones de la masa corporal. Es un cambio cuantitativo que se da de forma armónica, pero no es uniforme, debido a que las estructuras poseen distintas velocidades o picos de crecimiento. El crecimiento trae consigo cambios en la forma, en la complejidad y estructura del macizo craneofacial. Los factores hereditarios y los factores ambientales pueden modificar el patrón total del crecimiento, lo cual da origen a diferentes biotipos faciales asociados con los tipos de cabeza, en donde un biotipo dolicocefálico posee una cara más larga que ancha, con el maxilar inferior retruido. En contraste un biotipo braquicefálico posee una cara más ancha que larga, con los maxilares en forma recta¹⁰.

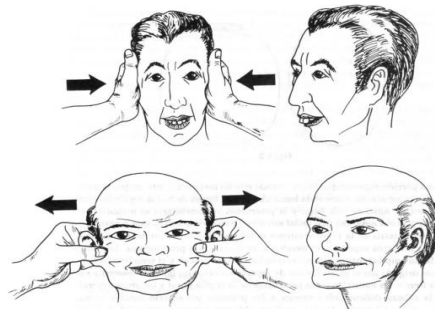


Figura 2. Biotipo facial y vectores de crecimiento⁴

En relación a la morfología cefálica, existen dos extremos. El complejo facial se une a la base craneal, y es el piso craneal el patrón que establece muchas de las características dimensionales, angulares y topográficas de la cara. En consecuencia, existe una cabeza alargada, estrecha y protrusiva (dolicocefálica), denominada leptotrópica, y una braquicefálica que se caracteriza por ser amplia, corta y globular, denominada euriprosópica.

Se obtienen patrones faciales muy diversos en relación con la frente, forma de la nariz, disposición ocular, prominencia de los pómulos, contorno del perfil facial, grado de profundidad de la cara, así como la posición mandibular.

Un individuo braquicefálico a diferencia de un dolicefálico, va a presentar una configuración de la nariz corta y respingada, con cámaras nasales amplias, y la nasofaringe tiende a ser más corta verticalmente, esto determina el rasgo medio de la cara verticalmente más corto del tipo braquicefálico, que a su vez establece otras características que los distinguen de un leptotrópico, incluyendo diversas tendencias de maloclusiones⁴.

La naturaleza larga en sentido vertical de la porción facial media y la forma “abierta” (obtusa) del ángulo basicraneal en sujetos dolicocefálicos, se relaciona con una alineación rotacional ascendente y descendente de la mandíbula. Esto hace que la mandíbula y labio inferior se ubiquen en dirección retrusiva y el perfil facial sea retrognata (perfil convexo). Por otra parte una cara braquicefálica, se relaciona con

un ángulo basicraneal más “cerrado”, observándose una posición mandibular más protrusiva, con mayor inclinación hacia un perfil facial recto o cóncavo, y un mentón de apariencia más pronunciada⁴.

Una fosa craneal anterior estrecha pero larga en sentido vertical propia de un dolicocefálico, van a determinar un arco superior y paladar más largos, pero más angostos y profundos. Por otra parte, una fosa craneal anterior amplia, pero más corta en dirección anteroposterior propia de un braquicefálico, determina que el paladar y el arco dental superior sean más anchos pero más cortos.

Durante el desarrollo, la región nasal de la porción facial media de un niño en crecimiento es un pilar en la estructura de la cara, de la cual dependen, para la ubicación y estabilidad, otras partes contiguas, y los arcos múltiples que forman. Si este pilar sufre malformación por cualquier motivo, otras partes varían durante el crecimiento, y presentar displasias parciales o maloclusiones⁴.

La mandíbula de un niño pequeño es bastante corta y subdesarrollada en relación al maxilar y cara en general, es pequeña en tamaño y en proporción, ubicándose en posición retrusiva, esto es normal debido a que las fosas craneales anteriores se ubican por arriba del complejo nasomaxilar. De ahí que es complejo hacer un pronóstico durante la primera infancia de posibles maloclusiones. La mandíbula del niño pequeño parece terminar en punta, es amplia, corta y con mayor morfología tipo “V”. En el adulto toda la mandíbula se torna “cuadrada”. Con el desarrollo mentoniano, junto con el crecimiento masivo en las áreas laterales de la eminencia trihédrica, la erupción de la dentición permanente, el agrandamiento lateral de cada rama, la expansión de la musculatura masticatoria y la divergencia de las regiones goniales, toda la porción facial inferior adquiere configuración de U, alcanzado un aspecto más pleno. En el recién nacido y el niño pequeño, la región gonial se ubica bastante por dentro del hueso malar. En el adulto, el ángulo posteroinferior de la mandíbula se extiende lateralmente hacia afuera en dirección del hueso malar. Esto da un aspecto cuadrado a la mandíbula. La rama de la mandíbula adulta es más larga y recta en dirección vertical. La elongación de la rama se acopla con la expansión vertical masiva de la región nasal y la erupción de los dientes primarios y después de los permanentes⁴.

2.3 Fundamentos anatómicos de las maloclusiones

La forma y posición de los maxilares están predeterminadas genéticamente, y junto con las partes blandas que los rodean, influyen en gran medida en la estética facial y la función del sistema estomatognático. La alteración de la forma o tamaño de las bases óseas maxilares conlleva una alteración de la armonía facial, por lo que un desarrollo uniforme es la base para una función y estética facial adecuadas¹².

Como mencionamos anteriormente existen dos extremos fundamentales en la morfología cefálica, la dolicocefalia y la braquicefalia, entre ambos se ubica un tercer tipo, la mesocefalia. La cabeza dolicomórfica oval es larga y un tanto estrecha, la braquimórfica, más redondeada y corta y más amplia en sentido horizontal. El índice

cefálico es la proporción entre la longitud y el ancho globales de la cabeza, un dolicocefálico sería hasta 75,9, un mesocefálico de 76 hasta 80,9, y un braquicefálico más de 81. Estas formas de la cabeza se relacionan con el tipo facial y oclusal del individuo¹².

A su vez, existen 3 tipos de perfil parcial: ortognata, retrognata y prognata. El ortognata cuyos maxilares son rectos, es el estándar sistemático de perfil adecuado. La cara retrognata cuyo perfil es de convexo, con un mentón y labio interior retrusivo y la cara prognata presenta un perfil cóncavo, con un vértice mentoniano protrusivo⁴.

Existen varias categorías generales de los patrones oclusales según Angle, "normal", clase I, clase II, clase III, mordida abierta y mordida profunda. Y son sustentadas por elementos morfogenéticos¹³.

En individuos con cabeza dolicomórfica, el cerebro es largo y un tanto estrecho, esto determina una base craneal más plana, la angulación entre el piso craneal medio y el anterior, es más abierta, y más larga en sentido horizontal. Esto determina que el complejo nasomaxilar se ubique en posición más protrusiva que la mandíbula por una rotación basicraneal hacia adelante, y también los segmentos medio y anterior del piso craneal horizontalmente más largos. Por otra parte, todo el complejo nasomaxilar desciende en relación con el cóndilo mandibular. Esto produce una rotación descendente y posterior de toda la mandíbula. Además, el plano oclusal rota hacia una alineación inclinada de modo descendente. Estos tres puntos van a determinar una tendencia hacia la retrusión mandibular, y la ubicación de los molares produce otra hacia una posición de clase II. El perfil tiende a ser retrognata, sin embargo, a menudo existen mecanismos compensatorios. Debido al ángulo más abierto en la base del cráneo y la trayectoria resultante de la médula espinal hacia la región cervical, este tipo facial se asocia con una tendencia mayor hacia una postura encorvada y la inclinación anterior de la cabeza y el cuello⁴.

Las personas braquimórficas, presentan un cerebro más redondeado, corto y ancho, esto determina una base craneal más vertical y con angulación más cerrada, que disminuye la dimensión horizontal verdadera de la fosa craneal media. Como resultado se obtiene una ubicación de maxilar más posterior, y la longitud horizontal del complejo maxilar también es más corta. Como el basicraneo braquicefálico es más ancho, pero menos alargado en dirección anteroposterior, las fosas craneales media y anterior se acortan. La fosa craneal anterior es la guía que establece la longitud horizontal y el ancho bilateral del complejo nasomaxilar, el cual es más corto, pero más ancho. Como resultado de todo lo anterior se obtiene una retrusión proporcional del complejo nasomaxilar, y una posición más anterior de la mandíbula. Existe una tendencia mayor hacia un perfil prognata y una relación molar de clase III. El plano oclusal y la rama mandibular pueden alinearse hacia arriba, sin embargo, fenómenos compensatorios producen con frecuencia un plano oclusal más perpendicular o inclinado hacia abajo y ligera rotación posterior de la rama. Debido a que la fosa craneal media es más recta en estos individuos y una

trayectoria más vertical de la médula espinal, hay una tendencia hacia una postura más recta, con la cabeza en posición “militar”⁴.

2.4 Técnicas cefalométricas

La radiografía cefalométrica, es una técnica que emplea radiografías orientadas, a fin de efectuar mediciones cefálicas. Se usa mucho en investigaciones del crecimiento, así como el diagnóstico ortodóncico y la evaluación terapéutica⁴. Además, esta técnica se utiliza como una herramienta para diagnosticar la clase esquelética.

Existen distintos puntos, líneas, planos y ángulos comunes que ayudan a la evaluación cefalométrica⁴.

Estos diversos puntos de referencia son utilizados en casi todos los análisis contemporáneos. El trazado lateral debe incluir el perfil del tejido blando, el perfil óseo, el perímetro mandibular, la periferia posterior de la bóveda craneal, la apófisis odontoides del eje (axis), el borde anterior del agujero occipital, el contorno de la silla turca, el clivus, el planum, el techo orbitario, la lámina cribiforme, los bordes anterior y lateral de la órbita, el contorno de la hendidura pterigomaxilar, el piso nasal, el techo del paladar, el paladar blando, la raíz de la lengua, la pared faríngea posterior y el cuerpo del hueso hioides. Como mínimo, los dientes trazados han de abarcar los primeros molares permanentes y a los incisivos más anteriores¹².

Existen distintos planos que se trazan en cefalometría dentro de ellos: plano sillanasion (SN), va desde el punto nasion a la silla turca, representa la extensión anteroposterior de la base craneal, y sirve como línea de referencia cuando se relacionan las estructuras faciales con la base craneal. El plano horizontal de Frankfort (FH), es una línea tangente al contorno superior del punto porion (P) y se extiende por orbital (Or), corresponde al plano horizontal de la cabeza. El plano palatino (Pal) atraviesa y conecta la espina nasal anterior (ANS) con la posterior (PNS), y si se correlaciona al plano de Frankfort, es posible medir la inclinación postural del maxilar. El plano oclusal (Occ), que bisecta el traslape vertical incisivo, y pasa sobre las cúspides distales de los dientes más posteriores en oclusión. El plano mandibular (MP), tangente al borde interior del contorno de la sínfisis y que al extenderlo hacia atrás es tangente al borde inferior de la mandíbula en sentido posterior a la escotadura antegonial¹².

2.4.1 Evaluación esquelética

La valoración del perfil incluye el establecimiento de la postura anteroposterior del mentón, el maxilar, los dientes anteriores y el tejido blando. Para ello se utiliza el ángulo facial, este se forma entre el plano de FH y el plano facial, que va desde N al pogonion (Pog). El valor medio de este ángulo es de 87,8°, con límites de 82 a 95°, valores mayores podrían indicar prognatismo facial inferior y maloclusión de clase III, valores inferiores podrían indicar una mandíbula retrognatia y maloclusión clase II⁴.

Por otra parte, es posible relacionar el maxilar con la mandíbula en sentido anteroposterior, mediante los ángulos SNA y SNB, estos ángulos se leen entre las líneas SN, NA Y NB. Con valores de 82 y 80 respectivamente, esto es para evaluar la ubicación anteroposterior de la mandíbula y maxilar en relación a la base craneal anterior. El valor medio del ángulo ANB es de 2°, un ángulo mayor indica un maxilar ubicado hacia adelante, una mandíbula retrognatia o una combinación. La desviación del ángulo ANB en cualquier dirección indican la necesidad de tratamiento ortopédico y no solo basado en el movimiento dental⁴.

Dentro de la cefalometría existen diversos análisis manuales por lo que se puede optar a la hora de diagnosticar, entre ellos: análisis de Jarabak, análisis de Ricketts, análisis de Steiner, cada uno de los cuales utiliza sus propios trazos cefalométricos.

En el análisis resumido de Ricketts son: ángulo del eje facial, profundidad facial, plano mandibular, altura facial inferior, arco mandibular, convexidad facial, profundidad maxilar, altura maxilar, incisivo inferior a la línea A-Po, inclinación del incisivo inferior, protrusión del labio inferior y del labio superior¹².

Los Trazos cefalométricos del análisis de Steiner son SNA, SNB, ANB y resalte óseo de Bimler. Este análisis es considerado como el pionero dentro de los análisis cefalométricos y de los análisis modernos, presenta las mediciones en un patrón de tal forma que no solo destaca las mediciones individuales, sino también las relaciones que existen entre ellas, ofreciendo pautas para aplicar a la planificación del tratamiento¹⁴.

Por otro lado, existen diversos softwares con los que se pueden realizar los análisis cefalométricos de manera digital, uno de ellos es el Nemoceph el cual nos sirve para los análisis de Ricketts, análisis de Steiner entre otros¹⁵.

2.5 Anatomía y fisiología del músculo de cabeza y cuello

El músculo esquelético es un tejido conectivo que está compuesto por fibras alargadas dispuestas en forma paralela las cuales tienen capacidad contráctil. Estas fibras musculares están compuestas a su vez por miofibrillas, estas están formadas por aproximadamente 1500 filamentos. Cada miofibrilla está compuesta por sarcómeros. Que son la unidad contráctil de la miofibrilla. Están formados por filamentos de miosina, formando la banda A, y filamentos de actina, formando la banda I, los cuales son los encargados de la contracción verdadera. Entre los filamentos de miosina se encuentra la titina, una proteína encargada de la mantención de la estructura y arquitectura del sarcómero¹⁶.

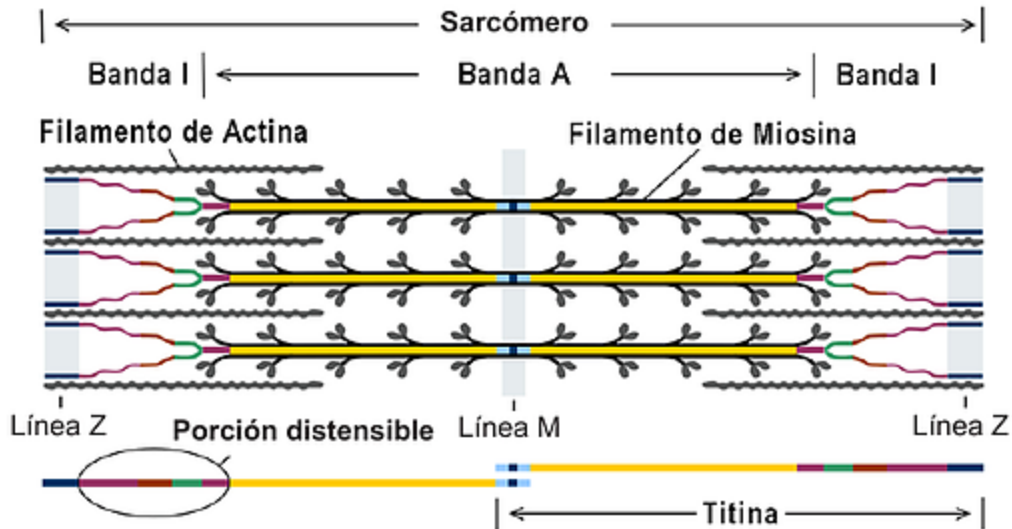


Figura 3. Conformación del sarcómero¹⁷

Al momento del estímulo de contracción, que está dado por estímulos nerviosos en médula espinal y centros supramedulares del encéfalo. Se envía un potencial de acción mediante la membrana de una fibra nerviosa, motoneurona alfa, hacia el músculo. Al llegar el potencial al músculo se libera acetilcolina la cual desencadena que ingresen grandes cantidades de sodio al interior de la membrana de la fibra muscular lo que inicia un potencial de acción en la membrana. El potencial de acción despolariza la membrana muscular y hace que a partir del retículo sarcoplásmico se libere grandes cantidades de calcio. Este calcio actúa sobre la troponina en las fibras de actina y deja libre el receptor de la actina para unirse a la miosina. Las mitocondrias que se encuentran bajo el sarcolema (membrana que recubre la fibra muscular) liberan ATP el cual se une a los puentes cruzados de miosina. Al unirse el ATP se genera una hidrólisis donde se forma ADP y un fosfato inorgánico, esta energía activa la cabeza de miosina y permite la unión a la actina con posterior liberación del fosfato inorgánico lo que fortalece la unión miosina-actina. Luego de esto el ADP se libera y la cabeza de miosina se desplaza. Se completa el ciclo con una nueva unión de ATP que permite el desprendimiento de la cabeza de miosina a la actina. Con este ATP se reactiva la cabeza de miosina para un nuevo desplazamiento. Al realizarse estos desplazamientos la zona I se contrae ya que la actina es desplazada hacia la línea media¹⁶.

Esta contracción se genera gracias a la unidad motora la cual es la unidad estructural y funcional del sistema muscular. Consiste en la fibra nerviosa (motoneurona alfa) y las fibras musculares que son inervadas por ésta¹⁶. En el cuerpo las unidades motoras pueden estar formadas por varias fibras musculares inervadas por una motoneurona alfa como es el caso de los músculos de contracción lenta, por ejemplo, el músculo temporal. Mientras que por otro lado están las motoneuronas que inervan una menor cantidad de fibras musculares principalmente músculos de contracción rápida como por ejemplo los músculos oculomotores los cuales requieren una precisión más fina de movimiento¹⁸. Las

fibras musculares de las unidades motoras se superponen a otras unidades motoras en microfascículos, lo que permite que las unidades motoras separadas se contraigan cooperando entre sí¹⁶.

2.6 Electromiografía

La electromiografía (EMG) es una técnica de registro y evaluación de la actividad muscular¹⁹, es decir, medir la excitación eléctrica de las fibras musculares²⁰, proceso donde se obtiene información directa del músculo estudiado e información indirecta del nervio que inerva dicho músculo²⁰. Este proceso se lleva a cabo mediante la utilización de electrodos que determinan si el músculo se contrae o no. También es usado para determinar si hay daño de fibras musculares y nerviosas¹⁹.

La electromiografía puede ser intramuscular o superficial. La primera utiliza un registro de la actividad mediante electrodos de aguja, la cual es desechable por lo que debe ser usada en un único paciente. Esta aguja puede ser de tipo monopolar, bipolar o concéntrica. De estas tres la aguja monopolar es la menos dolorosa por su menor diámetro²⁰. Con este tipo de EMG se identifica la naturaleza y posición de la lesión¹⁹. En la EMG de superficie se usan electrodos en forma de disco con adhesivo los que van sobre la piel²⁰. Debe ser desinfectado entre cada paciente y además debe utilizar un gel conductor para reducir la impedancia y prevenir artefactos lo que se da por irregularidades en la piel y por los folículos pilosos²⁰. Los electrodos se colocan sobre la piel por lo cual otorga un estudio no invasivo¹⁹. La piel es un tejido conductor ya que está formada por células que tienen un medio extra e intracelular. En estos medios hay una solución electrolítica que permite transporte de corriente por iones, por otro lado, el metal de los electrodos transfiere la corriente mediante electrones, por lo que se hace un ruido en el sistema y es por esto que se necesita el gel conductor²¹.

Para la correcta elección de los electrodos hay que tener en cuenta el tamaño²², ya que la distancia que separa los electrodos puede determinar que haya un efecto de filtro espacial en su función de transferencia, es decir, que no haya una señal del músculo propiamente tal, sino que de la región que contiene el músculo²¹. Por ejemplo, al utilizar un electrodo que permite 2 cm de separación interelectrodo en el trapecio, la grabación será selectiva para el músculo que se desea estudiar, en cambio si la separación interelectrodo es mayor, se hará una grabación de la región donde se encuentra el músculo, en este caso la espalda alta²². Un electrodo pequeño permite que se puedan colocar electrodos más juntos entre sí y por lo tanto dan un mayor nivel de selectividad de las fibras y grabaciones más específicas. Este tipo de electrodos se utilizan en músculos faciales y algunos de miembros superiores. Por otro lado, los electrodos de mayor diámetro se utilizan en músculos de mayor tamaño.

Los electrodos se comunican con el electromiógrafo mediante cables conectores y estos a su vez se conectan al amplificador, este aparato amplía la señal para que

pueda ser visualizada²⁰. Además, puede tener incorporado un eliminador de ruido que facilita el análisis de lo obtenido²⁰.

Luego de que el electromiógrafo capta las señales, estas pasan por el amplificador y son llevadas al computador. Gracias a un software se podrán analizar las ondas dadas. El registro mostrará desviaciones respecto a la línea recta, lo que muestra la diferencia respecto al silencio electromiográfico, es decir 0 mv. El número y tamaño de desviaciones representan la cantidad de tejido que está activo durante la contracción. Se puede medir mediante EMG el tiempo preciso de activación y relajación de las unidades motoras captadas con los electrodos²³ y esto dependerá de la fuerza generada por los músculos, ya que mientras más fuerza de contracción tenga, mayor cantidad de unidades motoras serán reclutadas¹⁶.

2.6.1 Músculos de la masticación

Los músculos de la masticación son músculos de tipo esquelético estriado, que en conjunto se encargan del descenso y ascenso de la mandíbula, permitiendo de esta manera la función de masticación²⁴.

En este apartado nos centraremos en dos músculos de la masticación ya que son los relevantes para este estudio: los músculos temporal y masetero; y por otro lado hablaremos del músculo digástrico el cual ejerce acción en la deglución y que también es parte de este trabajo.

2.6.1.1 Músculo temporal.

Este es un músculo delgado y superficial, plano y radiado, que se encuentra ubicado en la fosa del temporal y que converge en la apófisis coronoides de la mandíbula. Este músculo se encuentra inervado por la rama colateral temporal profunda anterior y posterior de la rama mandibular del nervio trigémino²⁷. Es un músculo que permite la elevación de la mandíbula. Está compuesto por 3 porciones. Una anterior con sus fibras en sentido vertical, la cual tiene la función de elevar la mandíbula, una media que se encarga de elevar y retruir la mandíbula y una posterior que lleva la mandíbula hacia atrás. En conjunto se encargan de mantener la posición de reposo mandibular²⁶. Algunas de las fibras posteriores del temporal se insertan en la fascia temporal. Esta fascia se encuentra recubriendo el músculo insertándose en el borde posterosuperior del hueso cigomático, línea temporal del frontal, línea temporal superior, y el intervalo comprendido entre las dos líneas temporales²⁸.

2.6.1.2 Músculo masetero.

Este es un músculo corto, grueso, rectangular y alargado. Se encuentra ubicado en la cara lateral de la rama de la mandíbula. Tiene tres porciones o fascículos lo que permite que la ejecución mecánica sea mejor y por lo tanto se pueda producir una fuerza de contracción mayor. La porción superficial tiene origen en el borde inferior del arco cigomático, desciende oblicuamente y se extiende hasta llegar al borde inferior de la rama donde se inserta en la mandíbula y en las crestas oblicuas de la cara lateral de la rama mandibular. La porción media se encuentra cubierta por la porción superficial. Se origina en el borde inferior del arco cigomático, desciende verticalmente terminando en laminillas tendinosas implantándose en la cara lateral de la rama mandibular, superior a la inserción del fascículo superficial²⁴. La porción profunda se origina en la cara medial del arco cigomático, desciende oblicuo y medial terminando en fascículos tendinosos en la cara lateral de la apófisis coronoides, superior a la inserción del fascículo medio²⁸.

La función del masetero es elevar la mandíbula y mantener la posición mandibular de reposo²⁷. El músculo masetero se encuentra cubierto por la fascia maseterina. Esta tiene una morfología similar al músculo. Se inserta superiormente en la cara externa del arco cigomático e inferiormente en el borde inferior de la rama mandibular. En la parte superior de la fascia hay una abertura denominada escotadura sigmoidea por donde recibe inervación y vascularización el músculo masetero dado por la rama maseterina del nervio mandibular del trigémino²⁷.

2.6.1.3 Músculo Digástrico.

A pesar de que este músculo no es propiamente tal de la masticación. Sus inserciones permitirán que contribuya con movimientos mandibulares para la masticación. Este músculo es alargado y está formado por dos porciones. Una posterior que está inervado por el nervio facial. Se inserta en la escotadura mastoidea medial a la apófisis mastoides mediante fibras musculares y tendinosas, el cual desciende inferior, anterior y medial pasando sobre el hueso hioides, terminando en un cordón tendinoso que se continúa con el vientre anterior del mismo músculo. Dicho cordón tendinoso se encuentra en relación con una corredera fibrosa la cual forma la lámina superficial de la fascia cervical. En este punto una parte de las fibras tendinosas se insertan en el hueso hioides, otras se unen con la lámina superficial de la fascia cervical reforzándola, otras pasan la línea y se unen con las fibras tendinosas del digástrico contralateral y el resto sigue para unirse con el vientre anterior del digástrico^{27, 28}.

El vientre anterior del digástrico es aplanado de superior a inferior y es inervado por la rama mandibular del nervio trigémino²⁹. Recorre la cara inferior del milohioideo en sentido anterior, superior y medial, insertándose mediante fibras musculares y tendinosas a la fosa digástrica del borde inferior de mandíbula²⁸.

La función del músculo digástrico ya que es inervado por diferentes nervios, tienen una actividad autónoma uno respecto del otro²⁷. Cuando el vientre anterior del digástrico se fija al hioides, su función será descender la mandíbula y por lo tanto permitir la función de masticación. Si por otro lado se fija en el maxilar inferior, permitirá la elevación del hioides. Cuando el vientre posterior del digástrico se fija en el cráneo, su función será retraer y elevar el hioides, mientras que, si se fija en el hioides, permitirá inclinar la cabeza hacia atrás pero como congénere de los músculos extensores. En el caso de que ambos vientres se contraigan, solo se elevará el hioides^{27,28}.

2.6.2 Acción de los músculos en conjunto

2.6.2.1 Deglución

La deglución es un proceso fisiológico que permite llevar materiales y saliva desde la boca hacia la faringe, luego esófago y estómago²⁷. A pesar de que se crea un proceso simple, este conlleva un complejo trabajo muscular, participando diferentes niveles del sistema nervioso central y donde se encuentran más de 40 músculos involucrados, dentro de los cuales los principales son: Músculo de la úvula, tensor del velo del paladar, elevador del velo del paladar, músculos de la lengua.

Para que se lleve a cabo la deglución es necesario un proceso consciente el cual está compuesto por la fase preparatoria y la fase oral, y por un proceso inconsciente formado por las fases faríngeas y esofágica.

2.6.2.1.1 Fase preparatoria

Esta fase involucra la preparación del bolo alimenticio mediante la masticación de la comida y unión de esta con la saliva²⁷. En esta fase gracias a la acción de los músculos masticadores, y de la lengua y la saliva se crea el bolo alimenticio. Tras el cierre mandibular se genera una inhibición de los músculos masticadores y con ello la depresión de la mandíbula. Al generarse este descenso se produce un efecto rebote de contracción muscular de los músculos de la masticación, llegando al contacto dentario para la trituración de la comida, y con ello nuevamente generándose la inhibición de los músculos de la masticación y descenso mandibular. Este proceso de masticación se repite en conjunto con movimientos de la lengua y la lubricación de la saliva hasta tener un bolo adecuado para el paso de este a la segunda fase¹⁶.

2.6.2.1.2 Fase oral

En esta fase el bolo es propulsado hacia la orofaringe²⁷. En esta fase se genera una presión hacia atrás y arriba de la lengua contra el paladar y de esta manera se desplaza el bolo alimenticio desde la cavidad oral hacia la faringe¹⁶.

2.6.2.1.3 Fase faríngea

Una vez el bolo es formado y expulsado a la orofaringe, este es transportado desde la faringe hasta llegar al esófago. En esta fase hay involucrados 4 nervios craneales V, X, XI, XII y además la acción de 29 pares de músculos dentro de los cuales están músculos de la lengua, músculos del velo del paladar, vientre anterior del digástrico y secundariamente maseteros y temporales para mantener la boca cerrada elevando la mandíbula. Se inicia esta fase cuando el paladar blando se eleva para cerrar las coanas impidiendo el paso del bolo hacia las fosas nasales. Luego los músculos palatofaríngeos crean una hendidura para el paso del bolo por la faringe. Las cuerdas vocales se aproximan entre sí mientras que los músculos suprahioides elevan la laringe. Gracias a esto la epiglótis no se eleva y mantiene cerrado el paso hacia la traquea y además permite que el esfínter esofágico amplíe su diámetro para el paso del bolo. Cuando se dilata la entrada al esófago, se contraen los músculos constrictores de la faringe para empujar el bolo hacia el esófago¹⁶.

2.6.2.1.4 Fase esofágica

Fase en que el bolo pasa por el esófago y llega al estómago²⁷. En esta fase en el esófago se continúa el movimiento de contracción iniciado en la faringe, a este movimiento peristáltico se le llama movimiento peristáltico primario. Si con esta continuación de la onda contráctil el bolo no llega al estómago, la retención del bolo en el esófago produce una distensión en las paredes de este órgano hasta que se vacíe completamente. Cuando las ondas peristálticas del esófago llegan al estómago, se produce una relajación del estómago permitiendo que ingrese el alimento¹⁶.

2.6.2.2 Movimiento mandibular

El músculo masetero cuando las fibras se contraen la mandíbula se eleva y los dientes entran en contacto. El masetero es un músculo potente que proporciona la fuerza necesaria para una masticación eficiente. Su porción superficial también puede facilitar la protrusión de la mandíbula^{29,30}.

El músculo temporal cuando se contraen se eleva la mandíbula siguiendo la dirección de las fibras que se activan. Cuando se contrae la porción anterior la mandíbula se eleva verticalmente cuando se contrae la porción media la mandíbula se eleva y retruye y cuando se activa la porción posterior la mandíbula se retruye³¹.

El digástrico es un músculo suprahiideo posee dos vientres (anterior y posterior) y su acción principal es descender la mandíbula y elevar el hueso hioides, así como estabilizarlo en la fonación y deglución^{29,32}.

2.7 Postura

Desde el punto de vista estático, se define postura como la posición relativa del cuerpo en el espacio donde se encuentra, o de las diferentes partes del cuerpo en relación con la gravedad³³. Para que un cuerpo esté en equilibrio perfecto, su eje vertical mediano debe coincidir con una plomada que pasa por el centro de gravedad. Los pabellones auriculares deberán encontrarse en el mismo plano horizontal, de la igual manera que los hombros, las caderas y las manos. Esta posición de equilibrio postural solo es posible si existe un equilibrio entre las masas musculares, es decir, un cuerpo sano desde el punto de vista músculo-esquelético³⁴. Desde el punto de vista dinámico, la postura se define como el control minucioso de la actividad neuromuscular para mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación³³.

La columna vertebral es un elemento de gran importancia en el mantenimiento de la postura. Esta presenta cuatro curvaturas compensadas en el plano sagital; los segmentos cervicales y lumbares son convexos hacia adelante y los segmentos torácicos y coccígeos convexos hacia atrás. Estas curvaturas le dan elasticidad y permiten el balanceo del cuerpo en posición vertical, sin necesidad de grandes esfuerzos musculares, sino colocando el eje de gravedad y la masa vertical en el área cubierta por los pies³⁵.

2.7.1 Postura y relación esquelética

Una relación esquelética influirá en una determinada postura, así mismo una postura inadecuada será un factor etiológico importante en la aparición de una relación maxilo mandibular alterada.

La columna al estar alterada se puede caracterizar de tres formas:

- a) Tipo descendente, donde el origen puede ser un problema de maloclusión dentoalveolar o de la articulación temporomandibular;
- b) Tipo ascendente, cuyo el origen puede estar relacionado con problemas de los miembros inferiores, en la columna o en el apoyo plantar
- c) Tipo mixto, donde se involucran los dos anteriores³⁶.

La influencia del contacto dentario y el papel de la postura mandibular en la postura de la cabeza están siendo clínicamente documentados. Los estudios señalan que la mandíbula y los músculos del cuello trabajan juntos durante los movimientos. Se plantea que la información sensorial orofacial, específicamente la recogida por el periodonto, modifica la actividad de los músculos del cuello y regula y mantiene la postura del cuerpo^{33,37}.

En casi todos los casos, las alteraciones en la postura corporal comienzan en la infancia debido a la adopción de posturas incorrectas no corregidas oportunamente. Esto genera problemas a nivel craneofacial, y origina alteraciones funcionales,

estructurales, fonéticas y estéticas. Asimismo, es muy importante la postura corporal en este periodo ya que, con relación al crecimiento cráneo-mandibular, una alteración postural comprometerá el equilibrio cefálico y la posición de la mandíbula. Esto determina modificaciones en el crecimiento y desarrollo de los maxilares y arcos dentarios, y va a originar maloclusiones, que clínicamente se observan como distorrelaciones, mesiorrelaciones y laterodesviaciones, que evidencian la estrecha relación existente entre la postura corporal y la posición mandibular-maxilar del individuo^{38,39}.

2.7.2 Evaluación de postura

Para la evaluación postural se utiliza la Evaluación Postural Estática (EPE). La cual consiste en observar al paciente de pie frente a una cuadrícula. Se observan asimetrías ya sea en plano frontal, lateral y posterior siguiendo las líneas de la cuadrícula.

Por otro lado, existen aplicaciones digitales para la evaluación postural, una de ellas es la aplicación APECS. Una aplicación que permite toma de fotografía con cuadrícula instantánea en la toma sin necesidad de colocar una cuadrícula detrás del paciente. Permite evaluación más objetiva gracias al cálculo que hace según puntos específicos los cuales son:

2.7.2.1 Toma frontal

Lóbulo de la oreja, filtrum labial, acromion, escotadura yugular del esternon, pliegue axilar anterior, punto más bajo del margen costal, proceso xifoides, prominencia de la proyección anterior de la cresta iliaca, tuberosidad de la tibia, punto medio entre maléolos, articulación entre metatarsiano y la falange proximal del dedo índice. Este programa analiza el cuerpo según los puntos asignados dando información de simetría respecto la horizontal o vertical según corresponda, determinando en grados las diferencias encontradas.

2.7.2.2 Toma lateral

Tragus, vértebra C7, acromion, punto medio entre espalda y glúteos, prominencia de la proyección anterior de la cresta iliaca, trocánter mayor, línea lateral de la articulación de la rodilla, maléolo lateral, cabeza del 5to metatarsiano. En este análisis se obtiene la diferencia entre rangos de normalidad y del paciente para determinar rotaciones y alineamiento de la postura.

2.7.2.3 Toma lateral de cabeza y cuello

Canto externo del ojo, tragus, C7 y acromion. Da como resultado 3 ángulos. El primero entre el canto externo del ojo y tragus respecto a la horizontal, el segundo entre tragus y C7 respecto a la horizontal y el tercero entre C7 y acromion respecto a la horizontal. En este análisis se obtiene información de inclinación hacia adelante o atrás de cabeza, cuello y hombros.

Se debe tener en cuenta que los músculos posturales mandibulares son parte de la cadena muscular que permite al individuo permanecer de pie con la cabeza erguida. Cuando se producen cambios posturales, las contracciones musculares a nivel del sistema estomatognático cambian la posición mandibular, ya que la mandíbula busca y adopta nuevas posiciones para funcionar. Por lo tanto, una postura incorrecta se considera como factor etiológico de maloclusiones, porque modifica de forma directa la relación entre la mandíbula y el maxilar³⁶.

Una maloclusión dental no solo se puede relacionar con la posición mandibular y del cráneo, sino también con la columna cervical, las estructuras supra e infrahioides, los hombros, la columna torácica y lumbar, que simultáneamente funcionan como una unidad biomecánica. También dan estabilidad ortostática del cráneo sobre la columna cervical que, si se ve comprometida, influye en la etiología de las disfunciones craneomandibulares y del dolor orofacial. Esto debido a que se determina la ubicación espacial de la mandíbula influenciada por estructuras anatómicas asociadas con la oclusión dental. Tal es el caso de los músculos masticadores que, al alterarse, pueden producir disfunciones del sistema craneomandibular³⁷.

Una maloclusión clase II lleva la cabeza y los hombros hacia delante con la columna cervical rectificadas. La condición mandibular condiciona la posición cervicoescapular. En una maloclusión clase III la lengua es llevada a una posición baja y se desplaza la cabeza hacia atrás⁴⁰.

Rocabado señala la correlación entre el posicionamiento anterior de la cabeza y la mayor incidencia de aparición de maloclusiones Clase II como "la evidencia más notable y significativa de la asociación entre la postura de la cabeza y las maloclusiones"⁴¹.

2.7.3 Las cadenas musculares.

Las cadenas musculares son circuitos de continuidad de dirección y planos a través de los cuales se propagan las fuerzas organizadoras del cuerpo. Todas las estructuras conjuntivas del cuerpo forman parte de una única fascia que envuelve la superficie del cuerpo y mediante ramificaciones penetra en las estructuras corporales más pequeñas⁶.

2.7.3.1 Fascias

Las fascias son membranas de tejido conectivo que envuelven los músculos y los separan de órganos vecinos. Las fascias que revisten músculos superficiales se unen entre sí formando un gran revestimiento que separa planos superficiales de los profundos²⁶.

En el cuerpo hay tres tipos de fascias. Las superficiales se encuentran inmediatamente luego de la piel y contienen tejido adiposo. Las fascias intermedias que comprenden aponeurosis, epimisio de músculos, tendones y ligamentos viscerales, envolturas externas de vísceras y vasos y cápsula externa de ganglios linfáticos. Las profundas por otro lado, son la duramadre y trabéculas conjuntivas de leptomeninge, perimisio y endomisio muscular, neurilema, epineuro, perineuro endoneuro y envolturas externas de ganglios nerviosos, envolturas subserosas y submucosas, tejido interlobular, periostio, cápsulas y sinoviales articulares, tabiques interóseos y láminas basales profundas⁴⁰. Las fascias intermedia y profunda se encuentran inmediatamente sobre los músculos y entre ellos y ayuda al movimiento de estos. Además, proporciona paso de vasos y nervios e inserción de algunos músculos²³.

Si bien se define la postura correcta como aquella que no sobrecarga columna ni otro elemento del sistema locomotor, la estática corporal nos demuestra que la postura en bipedestación se encuentra con un desequilibrio anterior ya que a nivel cefálico la línea de gravedad se pasa por el agujero occipital y por ende el peso de la cabeza se reparte 2/3 por delante del eje y 1/3 por detrás. Además, a nivel plantar el eje o línea de gravedad pasa por delante del tobillo resultando también en un desequilibrio anterior. Es por esto que existe una cadena estática posterior que contrarresta dicho desequilibrio⁶.

2.7.3.2 Cadenas fisiológicas

2.7.3.2.1 Cadena estática posterior

Se inicia en cabeza con la aponeurosis epicraneana, se continúa con meninges, hoz del cerebro, ligamento nuchal, fascia nuchal y fascia cervical⁶

A nivel de tórax, abdomen y pelvis se continúa con aponeurosis dorsal, aponeurosis lumbar, aponeurosis del cuadrado lumbar. Esta termina en la cresta iliaca a través de ligamentos iliolumbares, ligamentos sacroilíacos, ligamentos sacrotuberosos y sacroespinosos, fusionándose con el periostio del sacro. Hacia caudal se continúa con la fascia del piriforme, fascia de los obturadores, fascia endopelviana, fascia del periné, ligamento anococcígeo y centro tendinoso del periné^{6,42}.

El relevo en miembro superior se da con la aponeurosis cervical superficial y la aponeurosis del trapecio⁶, pasando por la aponeurosis del pectoral, aponeurosis y fascículos del deltoides, cápsula y ligamentos de la articulación escapulohumeral, tabique intramuscular lateral y medial y aponeurosis braquial. En antebrazo sigue con la cápsula y ligamento del codo, aponeurosis antebraquial, tabique interóseo, ligamento anular del carpo, capsula y ligamento de muñeca y dedos y la aponeurosis palmar^{6,43}.

La cadena bajo la pelvis no sigue en posterior si no que en una cadena posteroexterna para mantener el desequilibrio dado por la anatomía de miembro inferior. El valgo fisiológico de rodilla, la inclinación hacia adentro y adelante del fémur, y la orientación del cuello del astrágalo del tobillo explican esto. Por ende, la

cadena sigue, desde la cavidad pélvica, por aponeurosis glútea, tracto iliotibial y fascia lata. La continuación hacia la extremidad inferior lateral se da con el tabique intermuscular lateral y medial, fascia del peroné, aponeurosis interósea, vainas y tendones peroneos y aponeurosis plantar. Por posterior sigue con la membrana interósea de la pierna, arcada del sóleo, la lámina del sóleo, el tendón calcáneo y la aponeurosis plantar^{6,44}.

Debido a que la hoz del cerebro se encuentra en comunicación con el ligamento cervical posterior, y la hoz a su vez inicia en las celdas etmoidales de la apófisis crista galli, se puede considerar que la cadena inicia en las fosas nasales, pasando por el sacro y terminando en los pies⁶.

La cadena estática posterior encuadra las cadenas musculares de flexión, extensión, cruzada anterior y cruzada posterior cuando se trata del movimiento del cuerpo⁶.

2.7.3.2.2 Cadena de flexión

Esta cadena implica la cifosis general de la columna vertebral. Los movimientos de flexión se harán mediante la contracción/relajación de un conjunto corporal o solo un segmento⁶.

La cadena de flexión está compuesta a nivel de cabeza y cuello por los músculos largo del cuello, largo de la cabeza, intertransverso anterior, recto anterior y recto lateral de cabeza en el plano posterior, mientras que en el plano anterior la componen los músculos esternotiroideo, tirohioideo, esternohioideo y estilohioideo. Esta parte de la cadena se continua con la ATM y mandíbula a través del temporal, masétero, pterigoideo medial y geniuhioideo⁶.

A nivel del tronco se continúa por intercostales medios, rectos del abdomen, músculos del perineo; en la cintura escapular tiene un relevo que está compuesto por triangular del esternón, pectoral menor y trapecio⁴². En el miembro superior formado por pectoral mayor, redondo mayor y romboides. Hacia el brazo se continua con los músculos coracobraquial, braquial, bíceps braquial, palmar largo, flexor radial corto, flexor cubital del carpo, flexor superficial, flexor profundo de los dedos, flexor largo y corto del pulgar, flexor corto del meñique y lumbricales⁴³.

En la columna cervical por escalenos y esplenios del cuello⁶ y por último para miembro inferior el psoasílico, psoas menor, obturadores, géminos, semimembranosos, poplíteo, extensor largo de los dedos, lumbricales, cuadrado plantar, flexor corto del primer dedo y flexor corto del quinto dedo⁴⁴.

Los músculos trapecio inferior, redondo mayor, romboides, esplenio de cuello y esplenio de cabeza enlazan relevos en el plano posterior. Forman parte de la cadena de extensión⁶.

2.7.3.2.3 Cadena de extensión

Esta cadena endereza un tronco flexionado, pero evoluciona a una lordosis. Está conformada en cabeza por esplenio de cabeza, trapecio superior y ECOM

A nivel del tronco por intercostales medios, intertransversos, interespinosos, transversos espinosos, supracostales, epiespinosos, dorsal largo, iliocostal y fibras iliocostales del cuadrado lumbar en el plano profundo; en el plano medio está conformado por el serrato menor posterosuperior y el serrato menor posteroinferior. A nivel de la cintura escapular el relevo lo formará el trapecio inferior y medio, pectoral menor, triangular del esternón⁴².

El relevo en el miembro superior está dado por el dorsal ancho, redondo mayor, y pectoral mayor; En columna cervical el relevo serán transversos espinosos, esplenio del cuello y escalenos^{6,43}. En miembro inferior lo conforma el fascículo profundo del glúteo mayor⁴⁴.

Los músculos pectorales menores, triangulares del esternón, pectorales mayores, escalenos y ECOM enlazan en el plano anterior los diferentes relevos y forman parte de la cadena de flexión⁶.

2.7.3.2.4 Cadena cruzada anterior

Esta cadena se encarga de la torsión del tronco acercando hombro y cadera de lados opuestos. El centro de la torsión pasa por L3 y el ombligo. También se le denomina cadena de cierre⁶.

Cadena cruzada anterior derecha

Se inicia en el pie derecho, enlaza con la pelvis derecha, de allí pasa por el hemitórax izquierdo cruza por posterior del cuello y llega a la zona derecha de cráneo⁴²

Cadena cruzada anterior izquierda

Se inicia en el pie izquierdo, pasa por la pelvis izquierda llega al hemitórax derecho cruza la zona posterior de cuello y llega al cráneo por su parte izquierda⁴².

Para mejorar la comprensión se explicará la cadena con lado D(derecho) y lado I(izquierdo).

Esta cadena está formada a nivel de cabeza por músculos escalenos, semiespinoso del cuello, serrato anterior, romboides y elevador de la escápula del lado D y se continúa con músculos semiespinoso de la cabeza, esplenio de la cabeza, oblicuo inferior y superior de la cabeza, esplenio de cuello y esplenio de cabeza del lado I. Se continúa hacia el cráneo con la ATM y mandíbula mediante músculos digástricos y milohioideo⁶.

En el tronco está compuesto por oblicuo menor e intercostales en el plano profundo del lado I y oblicuo mayor, intercostales externos y serrato menor posterosuperior en el plano superficial del lado D^{6,42}.

El relevo en la cintura escapular está dado por triangular del esternón y pectoral menor en la parte superior y serrato mayor y romboides en la parte inferior; Para el miembro superior está conformado por músculos subescapular, pectoral mayor, redondo mayor, romboides, pronador redondo, pronador cuadrado, anconeo, aductor del pulgar, oponente del pulgar, oponente del meñique e interóseos palmares del lado D^{6,43}.

Para miembro inferior el relevo serán los músculos pectíneo, aductor corto, aductor largo, aductor mayor, grácil, semitendinoso, vasto medial, gemelo lateral, peronéo largo, peronéo corto, tercer peronéo, abductor del quinto dedo, aductores oblicuo y transverso del primer dedo del lado I⁴⁴.

2.7.3.2.5 Cadena cruzada posterior

Realizan torsión posterior del tronco acercando el hombro y la cadera, de lados opuestos, teniendo como centro de torsión a L3. También se le denomina cadena de apertura⁶.

En la cabeza y cuello la cadena está compuesta por músculos milohioideo, temporal, pterigoideo lateral y ECOM del lado I. Pasa por el cuello por los músculos omohioideo, digástrico, cutáneo del cuello, pectoral y ECOM del lado D⁶

En columna cervical serán esplenios del cuello izquierdo y escalenos izquierdos⁶.

A nivel del tronco esta cadena está formada por fibras iliolumbares del cuadrado lumbar, músculos de la masa común, intercostales externos y transverso espinoso en el lado I. En el lado D se continúa con fibras costolumbares del cuadrado lumbar, serrato posteroinferior e intercostales internos^{6,42}

En la cintura escapular está dado por trapecio inferior, pectoral menor, triangular del esternón del lado I^{6,42}

El relevo en miembro superior será dorsal ancho, redondo mayor, pectoral mayor, deltoides, supraespinoso, infraespinoso, supinador corto y largo, abductor corto y largo del pulgar y abductor del dedo meñique e interóseos dorsales^{6,43}.

En miembro inferior está compuesto por glúteo mayor y menor, piramidal de la pelvis, sartorio, tensor de la fascia lata, vasto lateral, bíceps largo y corto, flexor largo de los dedos, abductor del primer dedo y oponente del quinto dedo^{6,44}

3. Objetivos

3.1 Objetivo principal

Determinar la relación entre postura estática y electromiografía de superficie con las variables cefalométricas de pacientes clase II y III esquelética atendidos en dependencias de la facultad de odontología UV durante el año 2019.

3.2 Objetivos específicos

- Describir los componentes electromiográficos de los pacientes clase II y III esquelética de la muestra.
- Describir los componentes posturales de los pacientes clase II y III esquelética de la muestra.
- Identificar el componente electromiográfico con mayor alteración en la muestra.
- Identificar el componente postural con mayor alteración en la muestra.
- Comparar los componentes electromiográficos con mayor alteración según clase esquelética.
- Comparar los componentes posturales con mayor alteración según clase esquelética.
- Determinar la magnitud y dirección de las relaciones entre los componentes de postura y electromiografía con las clases esqueléticas.

4. Hipótesis

Existe relación entre la postura y la electromiografía con las variables cefalométricas de pacientes clase II y III esquelética.

5. Materiales y métodos

5.1 Tamaño muestral

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, de asociación cruzada. La población de estudio fueron pacientes atendidos en la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso en el año 2019. Se hizo un muestreo por conveniencia y para tamaño muestral se utilizó el software STATA 15.0. Así, con un nivel de confianza del 95% una potencia estadística del 80% y utilizando como referencia el valor más disperso ($sd = 0.9$) de resultados electromiográficos obtenidos en la literatura¹ para los mismos grupos musculares y en la misma posición de medición, se determinó que son necesarios 28 sujetos para lograr una diferencia mínima de una unidad.

5.2 Variables

Variable	Definición operacional	Definición conceptual	Tipo de variable	Medición
Alteración postural	Medición de pie frontal y lateral	Correlación entre extremidades y tronco y las posiciones de las articulaciones	Cuantitativa	Aplicación APECS en grados
Actividad muscular	Se mide a través de electrodos en la superficie de la piel en relación al músculo de interés	Técnica de registro de la actividad eléctrica producida por los músculos esqueléticos	Cuantitativa	Mv
Simetría muscular	Se mide a través de electrodos en la superficie de la piel en relación al músculo de interés	Técnica de registro de la simetría entre músculos homólogos durante la acción	Cuantitativo	Porcentaje
Relación esqueletal	Se mide mediante telerradiografía lateral	Relación entre bases óseas de maxilar superior e inferior con el cráneo	Cualitativa	Cefalometría Ángulos anb < 0° clase III 0° -4° clase I >4° clase II

Tabla 1. Variables analizadas en el estudio.

5.3 Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión fueron: todos los pacientes mayores de 18 años, atendidos en la facultad de odontología que quisieron ser parte de nuestro estudio y que hayan firmado el consentimiento informado.

Los criterios de exclusión fueron:

- ✓ Embarazo
- ✓ Heridas en la piel del rostro
- ✓ Hipersensibilidad al gel conductor del estímulo eléctrico de los electrodos
- ✓ Reacciones cutáneas o acné severo
- ✓ Malformaciones congénitas
- ✓ Uso de órtesis (bastones, silla de ruedas entre otros)
- ✓ Estar bajo influencia de medicamentos como los relajantes musculares
- ✓ Pacientes en tratamiento de ortodoncia actual
- ✓ Pacientes con cirugía ortognática
- ✓ Pacientes con cirugías en la ATM.

Para la recolección de la información se confeccionó una ficha de recolección especialmente diseñada para este estudio que nos dió antecedentes médicos y odontológicos para ver si cumplían con los requisitos para ingresar al estudio.

5.4 Instrumentos de medición y procedimientos

5.4.1 Análisis de cefalometría

Se tomó una telerradiografía lateral a los individuos que cumplieron con los requisitos del estudio y que formaron parte de este. El paciente se encontraba en posición postural natural de la cabeza en oclusión y con los labios en reposo. Con ello una especialista en Ortodoncia y colaboradora en el proyecto determinó su clase esquelética utilizando el software Nemoceph¹⁵. Con este software se toman puntos cefalométricos según Steiner. Para este estudio solo fueron necesarios los puntos a (zona más profunda de la concavidad anterior del hueso maxilar), n (sutura frontonasal) y b (punto más profundo de la concavidad anterior de mandíbula), ya que con estos se puede diagnosticar la clase esquelética del sujeto. Luego de trazados los puntos el programa obtiene el ángulo anb para el diagnóstico de la clase esquelética. Los parámetros para el diagnóstico de la clase esquelética son los siguientes:

- a) $Anb < 0^\circ$ = clase III esquelética.
- b) $Anb 0^\circ$ a 4° = clase I esquelética.

c) $Anb > a 4^{\circ}$ = clase II esquelética.

5.4.2 APECS

En relación a la postura se evaluó al sujeto con un fondo cuadriculado de 10 x 10 cm. El sujeto debía estar con ropa ligera, siendo su posición bípeda. Para tomar las fotografías la cámara se ubicó a tres metros de la posición del paciente y a 1.20 metros del piso. Para la fotografía frontal se le pidió al paciente que se ubicara en una postura relajada con los pies separados a la altura de los hombros, con los brazos a los costados y mirando al horizonte (ver anexo 12.3). De esta forma se tomó una fotografía del individuo de manera frontal abarcando los puntos: altura de los hombros, posición de rodillas, inclinación de cabeza y cuello. (Ver imagen 1) Para la fotografía lateral se le pidió al paciente adoptar la misma postura de la fotografía anterior, pero con el lado izquierdo hacia la cámara. De esta forma se tomó una fotografía lateral con el perfil izquierdo hacia la cámara, abarcando los puntos: anteposición de cabeza y cuello, rotación de cadera y extensión de rodillas. Para evaluar las fotografías de evaluación de postura se utilizó la aplicación APECS. Los puntos fueron palpados en el sujeto según los puntos que pedía la aplicación y se colocó una marca para luego mediante el programa colocar el punto en digital con un lápiz táctil. Luego de colocar cada punto, tanto en el plano lateral como frontal, la aplicación analizó dichos puntos y determinó los resultados a través de grados, los cuales fueron comparados con los valores de referencia (ver tabla 2) .

Ángulos analizados	Valor de referencia
Altura de hombros (AH)	0°
inclinación de cabeza (IC)	0°
Altura de rodillas (AR)	0°
Anteposición de cabeza y cuello (ACC)	<54°
Resalte de cadera (RC)	10°-25°
Extensión de rodillas (ER)	0°

Tabla 2. valores de referencia de los ángulos analizados



Figura 4 Procedimiento toma de fotografías frontales y laterales con fondo cuadrículado.

5.4.3 Electromiografía de superficie

Se evaluó actividad muscular mediante electromiografía de superficie, a través de un instrumento llamado BioEMGII, el cual consiste en un electromiógrafo y 8 electrodos con canales, los cuales fueron conectados al músculo temporal anterior, masetero y vientre anterior del digástrico, en todos ellos tanto el lado derecho como el izquierdo. (Ver imagen 2) Se le pidió al paciente que realizara los movimientos de reposo, apriete sucesivo durante 3 veces, deglución y apertura máxima. Este examen fue realizado con el paciente en posición sedente.

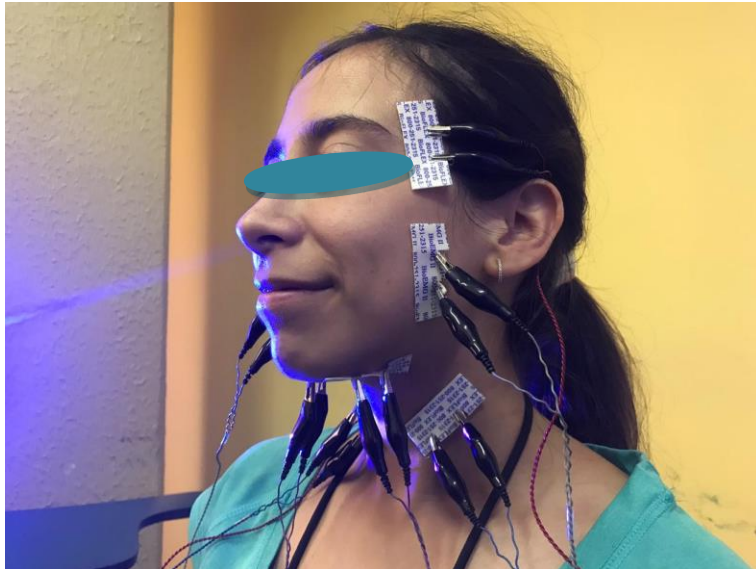


Figura 5. Procedimiento de posición de electrodos en los músculos temporal anterior, masetero y vientre anterior del digástrico.

5.4.3.1 Reposo

Se le pidió a cada paciente cerrar los ojos y sin moverlos, sin pestañear, estar relajado sin apretar dientes, con las manos sobre los muslos y sin deglutir. Se tomó la grabación de la electromiografía cuando no se observaba contracción en la pantalla.

5.4.3.1 Aprietes sucesivos

Se le pide al paciente que esté relajado para que no haya contracción muscular, luego se pide apriete máximo por 2 segundos y relajar por 2 segundos. Éste procedimiento se grabó con tres aprietes sucesivos y se tomó el promedio de los tres para la realización de los análisis.

5.4.3.2 Deglución

Se pide al paciente relajarse para que no haya contracción muscular y que junte saliva. Se espera que no haya actividad muscular percibida y se pide deglutir saliva.

5.4.3.3 Apertura máxima

Se pide al paciente relajarse para que no haya contracción muscular. Se espera que no haya actividad muscular percibida y se pide abrir la boca lo que más pueda.

En estos movimientos se evaluaron los potenciales de acción de los husos musculares arrojados en milivolts, además de la simetría con la que actuaban dichos músculos para poder realizar una comparación entre sujetos.

Para este procedimiento se realizó una estandarización en cuanto a la colocación de los electrodos y solicitud de movimientos necesarios para las mediciones, la cual fue realizada con el Dr. Norman Marfull Klgo, docente de la especialidad de Cirugía Maxilofacial de la Universidad de Valparaíso.

5.5 Consideraciones éticas

En cuanto a los aspectos éticos se le entregó un consentimiento informado a cada participante del estudio el cual tuvo toda la información de los procedimientos a realizar. Además, se mantuvo el anonimato a la hora del análisis de los resultados. Todos los instrumentos de recolección de datos serán anónimos y guardados por el equipo de investigación por un periodo no menor a 5 años.

Además, este estudio fue aprobado por el Comité de ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso con fecha del 20 de diciembre del 2018, con el código PreG-04-18 (Anexo 12.4).

5.6 Análisis de resultados

El tipo de análisis de este estudio fue de tipo descriptivo e inferencial, para lo cual se utilizó el software Stata 15.0.

Para la estadística descriptiva se utilizó promedio, desviación estándar, coeficiente de variación y percentiles. Se realizó el test Shapiro Wilk para normalidad, obteniéndose p-valores inferiores a 0.05 por lo cual no hay una muestra de distribución normal. Además, no se cumplen los supuestos por lo que se hizo una prueba no paramétrica U de Mann Whitney para comparar las variables electromiografía por movimiento según clase esquelética.

Posteriormente para estadística inferencial se utilizó regresión lineal múltiple para observar si existe relación entre las variables, tomándose en cuenta p-valor, R^2 y coeficiente.

6. Resultados

El tamaño muestral fue 22 sujetos, de los cuales 21 fueron de un rango de 20 a 30 años y un sujeto mayor de 60 años, todos ellos atendidos en la Universidad de Valparaíso. Del total de sujetos 12 (54,5%) eran clase II esquelética, 5 (22,7%) eran clase III esquelética y 5 (22,7%) eran clase I esquelética, los cuales fueron diagnosticados a través de la telerradiografía lateral.

Respecto a las alteraciones posturales, los coeficientes de variación resultaron disímiles dentro de los grupos, pero homogéneos entre sí. Así se aprecia menor variabilidad en los ángulos de anteposición de cabeza y cuello, resalte de cadera y extensión de rodilla, con coeficientes de variación menores al 40%, mientras que en el resto de los componentes hubo mayor variabilidad, con coeficientes de variación mayores al 70%. El detalle de las medidas descriptivas se puede apreciar en la tabla 3.

En cuanto al análisis de los ángulos posturales según la clase esquelética II y III respecto al valor de referencia, son estadísticamente significativos. La posición de hombros (p valor 0,002), posición de rodillas (p valor 0,002), inclinación de cabeza (p valor 0,002), posición de cabeza y cuello (p valor 0,002), resalte de cadera (p valor 0,04) y extensión de rodillas (p valor 0,002) tenían un p valor inferior a 0,05 respecto al valor de referencia en clases II, lo que nos dice que todos se encuentran alterados en comparación a los valores normales de referencia. En las clases III la posición de hombros (p valor 0,005), posición de rodillas (p valor 0,005), inclinación de cabeza (p valor 0,005), posición de cabeza y cuello (p valor 0,005) y extensión de rodillas (p valor 0,005) tenían un p valor inferior a 0,05 respecto de los valores de referencia, lo que nos dice que se encuentran alterados en comparación a los valores normales; sin embargo, al observar el ángulo de resalte de cadera no hay resultados estadísticamente significativos (p valor 0,39), por lo que no hay una alteración con respecto a los valores normales.

Por otro lado, al analizar según clase esquelética II y III comparativamente, en posición de hombros (p valor 0,84), posición de rodillas (p valor 0,34), inclinación de cabeza (p valor 0,89), posición de cabeza y cuello (p valor 0,55), resalte de cadera (p valor 0,25) y extensión de rodillas (p valor 0,57) se observa que no hay resultados estadísticamente significativos porque dan p valores inferior a 0,05, lo que nos dice que no hay diferencias en la postura según clase esquelética.

Clase esquelética	Alteración	Promedio	DE	CV	p25	p50	p75
Clase I	AH	1.98	1.21	.61	1.1	1.9	2.7
	AR	2.24	1.39	.62	1	1.9	3.6
	IC	2.16	1.25	.58	1.4	1.6	2.5
	ACC	33.66	3.73	.11	31.7	33.9	34.9
	RC	22.74	7.04	.31	17.8	23.7	29
	ER	3.58	1.47	.41	3.1	3.2	4.6
Clase II	AH	1.91	.96	.51	1.1	1.5	2.7
	AR	2.36	1.73	.73	.65	2.35	3.6
	IC	2.58	1.66	.64	.9	2.55	4
	ACC	36.67	3.21	.09	34.7 5	36.2 5	38.9 5
	RC	19.93	7.98	.4	13.4 5	17.2 5	27.9 5
	ER	4.49	1.97	.44	3.6	4.85	5.7
Clase III	AH	2.4	1.67	.7	.9	2.6	3.7
	AR	1	.75	.75	.4	.7	1.7
	IC	2.9	2.35	.81	.9	2.1	4.3
	ACC	38.4	7.53	.2	34.1	41.5	44.4
	RC	23.82	5.2	.22	22.6	22.7	25.5
	ER	4.16	3.12	.75	1.2	5.7	6.4

Tabla 3
Estadística descriptiva de alteraciones posturales según clase esquelética. AH: altura hombros; AR: alteración rodilla; IC: inclinación de cabeza; ACC: anteposición cabeza y cuello; RC: resalte de cadera; ER: extensión de rodilla. DE: desviación estándar, CV: coeficiente de variación.

En reposo los sujetos clase I presentan mayor variabilidad en el músculo masetero izquierdo (MI) teniendo este un mayor promedio de actividad muscular. El músculo con menor actividad electromiográfica fue el músculo digástrico derecho, el cual presenta la menor variabilidad del grupo, siendo esta inferior a un 20%. Se observa además que tanto el músculo masetero izquierdo como el digástrico izquierdo tenían mayor variabilidad respecto a su homólogo (ver tabla 4).

En sujetos clase II se observa una variabilidad mayor en los músculos del lado izquierdo, todos ellos sobre un 40% de variabilidad, siendo el músculo con mayor actividad electromiográfica el temporal anterior izquierdo (TAI) seguido por el vientre anterior del músculo digástrico. Mientras que los que tuvieron menor actividad electromiográfica fueron músculo masetero derecho y vientre anterior del músculo digástrico izquierdo.

En pacientes clase III los músculos con mayor actividad fueron TAD y TAI, teniendo el TAI una variabilidad de casi un 60%, versus el TAD que presenta una variabilidad menor a 30%. Por otro lado, músculos digástrico izquierdo (MD) y digástrico derecho (DD) fueron los que tuvieron menor actividad electromiográfica, con una variabilidad bajo el 35%.

Clase esquelética	Músculo	Promedio	DE	CV	p25	p50	p75
Clase I	TAD	2.06	1.11	.54	1.3	1.6	2.3
	TAI	1.86	.88	.47	1.4	1.6	2.2
	MD	1.42	.95	.67	1.1	1.2	1.6
	MI	2.26	2.38	1.05	1.2	1.3	1.4
	DD	1.5	.23	.16	1.4	1.4	1.5
	DI	1.86	.83	.44	1.4	1.4	2.3
Clase II	TAD	1.91	.52	.27	1.7	1.95	2.35
	TAI	2.54	1.04	.41	1.75	2.45	2.85
	MD	1.81	.7	.38	1.15	1.8	2.3
	MI	1.99	1.28	.64	1.05	1.9	2.35
	DD	2.05	.73	.35	1.4	2.05	2.55
	DI	1.9	.8	.42	1.15	1.85	2.55
Clase III	TAD	2.72	.68	.25	2.1	2.8	3.1
	TAI	2.74	1.57	.57	1.7	2.3	2.8
	MD	1.84	1.23	.67	1.2	1.2	1.7
	MI	1.68	.84	.5	1.1	1.5	1.7
	DD	1.62	.51	.32	1.2	1.7	2
	DI	1.62	.44	.27	1.3	1.5	1.8

Tabla 4
Estadística descriptiva de la actividad electromiográfica muscular en reposo según clase esquelética y músculo evaluado. TAD: temporal anterior derecho; TAI: temporal anterior izquierdo; MD: masetero derecho; MI: masetero izquierdo; DD: vientre anterior del digástrico derecho; DI: vientre anterior del digástrico izquierdo.

Se observa, en la tabla 4.1, una mayor simetría de músculos digástricos tanto en sujetos clase I como clase II. Ambos con una variabilidad cercana al 20%. Por otro lado, en sujetos clase III se observa que tanto maseteros como digástricos presentan simetría similar, pero en los músculos maseteros, se observa una variabilidad de 11% versus la variabilidad del digástrico que es inferior al 10%. En los tres grupos se aprecia una menor simetría de los músculos temporales todos con variabilidad sobre el 20%.

Clase esquelética	Músculo	Promedio	DE	CV	p25	p50	p75
Clase I	Temporal	66.4	17.16	.26	72	73	73
	Masetero	70.4	28.61	.41	45	87	91
	Digástrico	78.2	16.08	.21	62	81	93
Clase II	Temporal	69.58	16.83	.24	55.5	74	84
	Masetero	66.08	18.69	.28	53.5	66.5	80
	Digástrico	78.75	15.98	.2	76	80	89.5
Clase III	Temporal	65.2	13.65	.21	57	65	70
	Masetero	88.4	9.79	.11	79	93	94
	Digástrico	84.4	7.7	.09	78	85	88

Tabla 4.1

Estadística descriptiva de la simetría muscular en reposo según clase esquelética y músculo evaluado.

En el movimiento de apertura, como se observa en la tabla 5, los músculos con mayor actividad electromiográfica en los tres grupos fueron los digástricos, con una variabilidad entre 35 y 50%. En sujetos clase I se observa una mayor actividad de músculos maseteros respecto a lo que se observa en los otros dos grupos.

En músculos temporales en sujetos clase II y III, se aprecia un rango de variabilidad desde 84 a 98%, a diferencia de los sujetos clase I que presentan menor variabilidad.

Clase esquelética	Músculo	Promedio	DE	CV	p25	p50	p75
Clase I	TD	18.82	8.4	.45	12.7	17.6	23
	TI	17.82	13.19	.74	11.4	13.1	23.6
	MD	19.86	21.2	1.07	7.2	13.5	18.1
	MI	23.52	22.8	.97	5.5	21.8	26
	DD	50.18	17.77	.35	42.8	54.2	61.4
	DI	60.5	25.79	.43	58.4	58.9	71.7
Clase II	TD	17.01	16.72	.98	4.75	7.75	26.7
	TI	12.1	10.86	.9	5.95	7.4	13.2
	MD	15.39	12.22	.79	6.2	13.15	16.55
	MI	12.3	11.7	.95	4.75	9.4	13.2
	DD	49.48	23.11	.47	36.85	41.75	64.1
	DI	46.17	21.94	.48	28.4	43.85	59.45
Clase III	TD	7.42	6.2	.84	4.5	4.8	5.9
	TI	7.64	7.13	.93	4	5.5	6.7
	MD	6.88	3.61	.53	4.3	4.6	10.2
	MI	10.32	6.31	.61	5.8	10.4	11
	DD	46	18.76	.41	37.2	43.8	64.3
	DI	54.82	26.82	.49	35.5	56	73.7

Tabla 5

Estadística descriptiva de la actividad electromiográfica muscular en apertura máxima según

clase esquelética y músculo evaluado. TAD: temporal anterior derecho; TAI: temporal anterior izquierdo; MD: masetero derecho; MI: masetero izquierdo; DD: vientre anterior del digástrico derecho; DI: vientre anterior del digástrico izquierdo.

En la tabla 5.1 todos los músculos tuvieron una variabilidad menor al 35%, encontrándose el músculo digástrico en sujetos clase II con menor variabilidad y además teniendo una simetría con su homólogo en promedio sobre el 82%. Tanto en pacientes clase II como clase III, se observa que las variabilidades de los músculos van en aumento desde el temporal pasando por el masetero hasta el digástrico, los cuales son homogéneas entre sí. Por otro lado, se observa también entre estos sujetos el músculo con mayor simetría con su homólogo es el digástrico.

Clase esquelética	Músculo	Promedio	DE	CV	p25	p50	p75
Clase I	Temporal	75	26.46	.35	65	82	96
	Masetero	80	15.49	.19	70	76	94
	Digástrico	66.4	20.83	.31	67	73	76
Clase II	Temporal	66.75	14.4	.22	60	63	71
	Masetero	70.42	23.89	.34	56	70.5	89.5
	Digástrico	82.58	14.33	.17	75	86	94.5
Clase III	Temporal	78.6	15.39	.2	67	84	92
	Masetero	73.2	24.3	.33	56	75	95
	Digástrico	81.8	15.25	.19	74	87	94

Tabla 5.1
Estadística descriptiva de la simetría muscular en apertura máxima según clase esquelética y músculo evaluado.

En el movimiento de deglución, los músculos con mayor actividad electromiográfica en los tres grupos fue el músculo digástrico, con una variabilidad inferior al 38%

Los sujetos clase I y II esquelética presentan una homogeneidad entre músculos homólogos, pero se observa que en sujetos clase I tanto músculo MI, MD y TI presentan una variabilidad superior al 69%, y en sujetos clase II la variabilidad observada sobre el 66% se da en músculos MD, MI, TAI y TAD, lo cual se observa en la tabla 4 y 4.1 tanto en pacientes clase II como pacientes clase III. En sujetos clase III se aprecia una menor variabilidad a diferencia de los sujetos clase I y II, aún así los músculos MD y TAI sobrepasan el 65% de variabilidad.

Clase esquelética	Músculo	Promedio	DE	CV	p25	p50	p75
Clase I	DI	11.94	3.63	.3	9.6	11.9	12.5
	DD	12.26	4.52	.37	8.7	11.8	14.7
	MI	6.16	5.16	.84	3	3	8.1
	MD	5.78	4	.69	3.5	3.6	7.7
	TI	3.02	2.23	.74	1.9	2.4	2.6
	TD	3.34	1.32	.4	2	4.1	4.3
Clase II	DI	10.48	3.53	.34	9.3	10.8	12.9
	DD	10.67	1.83	.17	9.55	10.45	12
	MI	5.52	3.63	.66	3.1	3.95	8.25
	MD	4.72	3.19	.68	2.7	3.25	5.8
	TI	6.07	4.79	.79	3.05	4.6	6.25
	TD	5.93	5.57	.94	2.3	3.55	7.15
Clase III	DI	12.68	3.64	.29	10.3	11	12.9
	DD	14.5	5.47	.38	11.1	12.7	19.3
	MI	3.38	1.81	.53	3.3	4.1	4.4
	MD	5.4	3.49	.65	3.8	3.9	4.4
	TI	7.82	6.2	.79	4.7	5	6.5
	TD	4.48	2.17	.48	3.3	3.6	4.1

Tabla 6

Estadística descriptiva de la actividad electromiográfica muscular en deglución según clase esquelética y músculo evaluado. TAD: temporal anterior derecho; TAI: temporal anterior izquierdo; MD: masetero derecho; MI: masetero izquierdo; DD: vientre anterior del digástrico derecho; DI: vientre anterior del digástrico izquierdo.

En relación a la simetría, se observa que tanto en pacientes clase II como III, los músculos digástricos presentaban mayor simetría con el homólogo con una variabilidad menor al 20%, mientras que en sujetos clase I los maseteros tuvieron mayor simetría con una variabilidad de un 8%.

Los músculos con mayor variabilidad se observan en los sujetos clase III, tanto masetero como temporal sobre un 44%.

Clase esquelética	Músculo	Promedio	DE	CV	p25	p50	p75
Clase I	Digástrico	85.6	8.88	.1	82	85	93
	Masetero	90.4	7.3	.08	83	94	96
	Temporal	64.8	16.05	.25	62	63	74
Clase II	Digástrico	88.5	8.63	.1	82	90.5	94.5
	Masetero	81.67	10.33	.13	72.5	84.5	88.5
	Temporal	77.67	15.84	.2	68.5	77	93
Clase III	Digástrico	83.8	14.41	.17	80	87	93
	Masetero	65	34.88	.54	75	80	81
	Temporal	59	26.08	.44	56	62	70

Tabla 6.1

Estadística descriptiva de la simetría muscular en deglución según clase esquelética y músculo evaluado.

En el movimiento de aprietes sucesivos, se puede ver en la tabla 7 que en sujetos clase II se observó un promedio mayor de actividad electromiográfica tanto en músculos maseteros como temporales. En sujetos clase I se observa que los maseteros tienen mayor actividad electromiográfica pero son disímiles entre sí. La misma diferencia se observa en los temporales. Los músculos digástricos se aprecian con mayor similitud. En estos sujetos los músculos con del lado derecho presentaron mayor variabilidad respecto a su homólogo.

En sujetos clase II se observa similitud entre TI, TD y MD respecto a la actividad electromiográfica. MI es el músculo con mayor actividad pero con una variabilidad del 81%. La mayor variabilidad se inclina más hacia el lado izquierdo que al derecho en músculos maseteros y temporales.

En sujetos clase III, los maseteros presentan mayor actividad electromiográfica seguido de los temporales. Se observa una variabilidad menor al 47%. La variabilidad mayor se da en músculos digástrico y temporal del lado izquierdo a diferencia del digástrico que presenta mayor variabilidad en el lado derecho.

Clase esquelética	Músculo	Promedio	DE	CV	p25	p50	p75
Clase I	TD	48.62	30.03	.62	30.9	44.5	47.8
	TI	38.52	19.29	.5	25.2	35.5	39.3
	MD	61.24	33	.54	35.7	60.9	77.4
	MI	53.62	20.34	.38	34	57.8	62
	DD	5.72	1.4	.25	4.9	6.3	6.5
	DI	6.12	1.43	.23	6.4	6.6	7
Clase II	TD	55.97	21.84	.39	36.7	61.3	70.45
	TI	53.44	33.45	.63	34.2	44.05	51.5
	MD	52.05	40.33	.77	21.9	43.2	63.3
	MI	62.28	50.28	.81	31.05	50.25	73.95
	DD	8.24	7.45	.9	4.9	6.15	8.7
	DI	8.53	6.78	.8	5.7	7.2	8.45
Clase III	TD	56.54	15.28	.27	41.1	63	69.2
	TI	52.08	18.71	.36	33.9	62.3	62.9
	MD	67.06	30.75	.46	64	69.8	82
	MI	64.7	17.05	.26	64.8	68	77.1
	DD	6.4	1.54	.24	5.9	6	6.2
	DI	6.28	1.68	.27	5.9	6.2	6.4

Tabla 7
Estadística descriptiva de la actividad electromiográfica muscular en aprietes sucesivos según clase esquelética y músculo evaluado. TAD: temporal anterior derecho; TAI: temporal anterior izquierdo; MD: masetero derecho; MI: masetero izquierdo; DD: vientre anterior del digástrico derecho; DI: vientre anterior del digástrico izquierdo.

En la tabla 7.1 se observa que en sujetos clase I, II y III los músculos con mayor simetría son los digástricos con una variabilidad entre el 0,6% y 12%.

En sujetos clase I el patrón de simetría va en un orden ascendente desde el temporal, pasando por masetero hasta el digástrico, donde el temporal presenta la mayor variabilidad.

En sujetos clase II y III se repite el patrón de simetría, en orden ascendente, masetero, temporal y digástrico, teniendo el masetero la mayor variabilidad en ambos grupos.

Clase esquelética	Músculo	Promedio	DE	CV	p25	p50	p75
Clase I	Temporal	78.6	15.08	.19	71	82	87
	Masetero	84.2	10.03	.12	76	80	95
	Digástrico	91.8	9.31	.1	91	96	97
Clase II	Temporal	76.42	16.32	.21	69.5	76.5	88
	Masetero	68.33	22.26	.33	55	74	81.5
	Digástrico	86.92	10.41	.12	77.5	90	95.5
Clase III	Temporal	87	11.22	.13	79	87	97
	Masetero	74	15.33	.21	67	79	83
	Digástrico	93.2	5.89	.06	94	95	96

Tabla 7.1
Estadística descriptiva de la simetría muscular en aprietes sucesivos según clase esquelética y músculo evaluado.

Se realizó la prueba de normalidad Shapiro Wilk dando un 65,3% de valores normales, sin embargo, la muestra no fue aleatoria y las variables no son independientes, por lo tanto se optó a la utilización de un análisis estadístico no paramétrico U de Mann Whitney. Según este análisis, para cada uno de los movimientos por clase esquelética, se obtuvo que la simetría del temporal, en el movimiento de deglución, era estadísticamente significativo con un p-valor de 0,032 el cual es menor a 0,05, por lo que se rechazó la hipótesis nula que dice que la simetría del temporal en pacientes clase II en deglución es igual a la simetría del temporal en pacientes clase III en deglución.

En sujetos clase II, mediante la regresión lineal múltiple, se obtuvieron valores estadísticamente significativos en simetría del músculo digástrico durante el reposo (p valor de 0,0228), en relación a la posición de rodillas con un coeficiente de -9,07 (p-valor 0.04) e inclinación de cabeza con un coeficiente de 6,17 (p-valor 0.01) En el músculo temporal izquierdo respecto a actividad electromiográfica en movimiento de apertura se obtuvo un p valor de 0,0182, por lo que sería un modelo estadísticamente significativo, en relación a la posición de rodillas con un coeficiente de 4,45 (p-valor 0.013) y extensión de rodillas con un coeficiente 3,14 (p-valor 0.015)

Clase II					AR		IC		ER	
					Coef.	P-valor	Coef.	P-valor	Coef.	P-valor
R	Digástrico	Simetría	P-valor	0.022	-9.07	0.004	6.17	0.01		
			R2	0.897						
A	Temporal izquierdo	mV	P-valor	0.018	4.45	0.013			3.14	0.015
			R2	0.851						

Tabla 8
Estadística inferencial según clase II esquelética, respuesta electromiográfica y alteración postural. R: reposo, A: apertura

En sujetos clase III en su lado derecho, mediante la regresión lineal múltiple, se obtuvo un modelo estadísticamente significativo (p-valor 0.0123) en deglución en simetría del músculo temporal, relacionándose con alineación de hombros con un coeficiente de -7.29 (p-valor 0.032), anteposición de cabeza y cuello con un coeficiente de -1.61 (p-valor 0.041), resalte de cadera con un coeficiente de -2.27 (p-valor 0.013) y extensión de rodillas con un coeficiente de -4.84 (p-valor 0.023).

En sujetos clase III en su lado derecho, mediante la regresión lineal múltiple, se obtuvo un modelo estadísticamente significativo (p-valor 0.0249) en actividad electromiográfica durante aprietes sucesivos en el músculo digástrico, relacionándolo con alineación de hombros con un coeficiente de -0.87 (p-valor 0.007) y alteración de rodillas con un coeficiente de 0.88 (p-valor 0.02).

En sujetos clase III en su lado derecho, mediante la regresión lineal múltiple, se obtuvo un modelo estadísticamente significativo (p-valor 0.0359) en actividad electromiográfica durante apertura máxima en el músculo digástrico, relacionándolo con alineación de hombros con un coeficiente de -12.50 (p-valor 0.005).

Clase III derecho					AH		AR		ACC		RC		ER	
					Coef.	P-valor	Coef.	P-valor	Coef.	P-valor	Coef.	P-valor	Coef.	P-valor
D	Temporal	Simetría	P-valor	0.012	-7.29	0.032			-1.61	0.041	-2.27	0.013	-4.84	0.023
			R2	0.945										
AS	Digástrico	mV	P-valor	0.024	-0.87	0.007	0.88	0.02						
			R2	0.921										
A	Digástrico	mV	P-valor	0.035	-12.50	0.005								
			R2	0.904										

Tabla 9
Estadística inferencial según clase III esquelética lado derecho, respuesta electromiográfica y alteración postural. D: deglución, AS: aprietes sucesivos, A: Apertura máxima

Al relacionar las tres variables en pacientes clase III esquelética del lado izquierdo se obtuvo que en aprietes sucesivos, el músculo digástrico la actividad electromiográfica fue estadísticamente significativa (p-valor 0.0181) en relación a la alineación de hombros con un coeficiente de -0,93 (p-valor 0.04) y resalte de cadera con un coeficiente de 0,25 (p-valor 0.016).

Clase III izquierdo					AH		ACC		RC		ER	
					Coef.	P-valor	Coef.	P-valor	Coef.	P-valor	Coef.	P-valor
AS	Digástrico	mV	P-valor	0.02	-0.94	0.004			0.25	0.016		
			R2	0.93								

Tabla 10
Estadística inferencial según clase III esquelética lado izquierdo, respuesta electromiográfica y alteración postural. AS: Aprietes sucesivos

7. Discusión

En este estudio se obtuvo que en los sujetos clase II esquelética en reposo posición de rodillas alterada en cuanto a altura e inclinación de cabeza se va a relacionar con una alteración a nivel del músculo digástrico en simetría y en el movimiento de apertura máxima, una determinada posición y extensión a nivel de las rodillas se va a relacionar con una alteración a nivel del músculo temporal del lado izquierdo. Por otra parte, en los sujetos clases III hubo un incremento en la actividad electromiográfica en reposo de los músculos temporales y en el movimiento de deglución una determinada alteración en la posición de los hombros, anteposición de cabeza y cuello, rotación de cadera y extensión de rodillas se va a relacionar con una alteración a nivel del músculo temporal en cuanto a simetría, es decir los temporales de un mismo sujeto no trabajan a la par contrayéndose al mismo tiempo frente a la acción realizada. En el movimiento de apertura máxima de los sujetos clase III esquelética, se encontró que una posición alterada de los hombros se va a relacionar con una alteración del músculo digástrico derecho y en el movimiento de apriete se encontró que tanto el lado izquierdo como el derecho se ven afectados. En el lado derecho una posición de hombros y rotación de cadera se va a relacionar con una alteración a nivel del músculo digástrico y en el lado izquierdo una posición de hombros y rodillas alterado se va a relacionar con una alteración del músculo digástrico.

Para evaluar actividad muscular se utilizó electromiografía de superficie. La electromiografía está bien definida para registrar y estudiar las propiedades eléctricas fundamentales del músculo esquelético mediante electrodos superficiales o de aguja, que determinan si el músculo se está contrayendo³⁹. Es una prueba no invasiva de gran utilidad para registrar actividades estáticas y dinámicas, ya que permite obtener información sobre patrones y reclutamiento de un grupo muscular específico^{45,46}.

La electromiografía de superficie permite el examen adecuado de los músculos importantes involucrados al masticar, tragar y mantener la postura de la cabeza, típicamente masetero, temporal anterior y posterior, digástrico anterior y esternocleidomastoideo⁴⁷. Además, la EMG juega un papel importante en el diagnóstico de los músculos faciales durante el tratamiento de ortodoncia relacionado con el abordaje neuromuscular y el dolor facial asociado con el uso de dispositivos funcionales⁴⁸.

Para medir postura se utilizó la aplicación APECS lo cual es una manera más objetiva que la técnica visual, para realizar mediciones en base a los ángulos formados respecto a los distintos puntos que se evaluaron⁴⁹, esta técnica presenta un menor sesgo.

Para analizar los resultados, los sujetos clase I y III esquelética fueron ubicados en un mismo grupo, la literatura encuentra similitudes entre ambos grupos. El ángulo de prognatismo mandibular estaba en correlación positiva con el ángulo craneocervical en los pacientes con clase I y III esquelética, pero estaban

negativamente correlacionados en los pacientes con clase II⁵⁰. Otro autor encontró que para la distancia entre la base occipital y el arco posterior del atlas, se verificó que la mayoría de los individuos entre clase I y III presentaban medidas consideradas normales, por otra parte se encontró que los individuos clase II, presentaban una clara tendencia a una rotación anterior de la cabeza⁵¹.

Dentro de los resultados que se obtuvieron podemos decir que una determinada posición postural que tengan los sujetos va a alterar la actividad de los músculos de la masticación evaluados mediante la utilización de EMGs, siendo influenciado además por la relación esquelética que poseen. Es así como una determinada posición de rodillas e inclinación de cabeza se va a relacionar con el reposo en pacientes clase II esquelética a nivel del músculo digástrico en simetría. Esto coincide con lo encontrado por diferentes autores, que señalan que existe una asociación entre la maloclusión clase II y una inclinación cervical hacia adelante junto con un ángulo craneocervical aumentado⁴⁴. A su vez, esto podría ser explicado porque el músculo digástrico se relaciona con estructuras que forman parte de la cadena muscular de flexión, como lo es el hueso hioides y los músculos infrahoideos, por lo tanto una alteración del músculo digástrico podría producir una alteración a nivel de esta cadena muscular^{6,42,43,44}.

Se encontró que en los pacientes clase III hubo un incremento en la actividad electromiográfica en reposo de los músculos temporales, que si bien no tuvo diferencias significativas, se condice con lo que relata la literatura⁵², es posible que se pueda deber a que el tamaño no fue suficiente y que no hubo simetría entre grupos para poder concluir si había diferencias significativas.

En el movimiento de deglución de los sujetos clase III una determinada alteración en la posición de los hombros, anteposición de cabeza y cuello, rotación de cadera y extensión de rodillas se va a relacionar con una alteración a nivel del músculo temporal en simetría, es decir en los sujetos clase III el músculo temporal derecho e izquierdo no se activan al mismo tiempo, como se esperaría que sucediera. Autores relatan que el músculo temporal es el músculo principal en la acción de posicionar y estabilizar la mandíbula para la elevación, respondiendo mediante equilibrio mandibular y control de la postura⁴⁶. Esto se explica por la cadena estática posterior de Busquets que podría estar alterada, la cual comienza en la fascia epicraneal que se relaciona hacia lateral con la aponeurosis temporal y que continúa su recorrido céfalo caudal, pasando por las zonas del cuello, hombros, cadera y rodillas^{6,42,43,44,53,54}.

En cuanto al movimiento de apertura máxima, en pacientes clase II esquelética una determinada posición y extensión a nivel de las rodillas se va a relacionar con una alteración a nivel del músculo temporal del lado izquierdo. Autores encontraron relación entre pacientes con maloclusión clase II y una mayor amplitud de voltaje en el músculo temporal⁴⁷. Se señala que la longitud del músculo es crítica en la generación de tensión activa y tomando en cuenta los diversos vectores que determinan el equilibrio de la postura mandibular, por lo que se debería encontrar

diferencia en la respuesta eléctrica muscular de acuerdo a la arquitectura facial del individuo, por la variación en la longitud de los músculos y los vectores que determinan las bases óseas⁴⁸.

Lo dicho por el autor anterior⁴⁸ explicaría el hallazgo encontrado en nuestro estudio, en el cual pacientes clase III esquelética en el movimiento de apertura máxima, tienen una posición alterada de los hombros la cual se va a relacionar con una alteración del músculo digástrico derecho. Esta relación de los hombros tendría respuesta en la teoría de las cadenas musculares de Busquets, específicamente en la cadena estática posterior, la cual fue nombrada anteriormente⁶.

En el movimiento de apriete en pacientes clase III esquelética tanto el lado izquierdo como el derecho se ven afectados, en el lado derecho una posición de hombros y rotación de cadera se va a relacionar con una alteración a nivel del músculo digástrico. En el lado izquierdo una posición de hombros y rodillas alterado se va a relacionar con una alteración del músculo digástrico. Existe literatura que señala no haber encontrado diferencias en la actividad del músculo digástrico en pacientes clase III, pero si presentaban una mayor actividad de los músculos masetero y temporal durante el movimiento de apriete⁴⁷. Por lo que este fenómeno podría estar explicado por la alteración postural que poseen los sujetos, dando origen a una alteración muscular, teoría apoyada por Busquets en su libro de cadenas musculares⁶.

En los sujetos clase III que dieron resultados estadísticamente significativos en los movimientos realizados, se puede observar que están relacionados con una alteración de postura en común, específicamente a nivel de la posición de hombros. Esto podría deberse a que los sujetos en su mayoría estudiantes, pasan gran parte del día sentados con una determinada postura, pudiendo tener como consecuencia el síndrome cruzado superior, en donde la cabeza y los hombros tienen una inclinación anterior, provocando una hipercifosis de la columna dorsal.

En cambio, en los sujetos clase II que dieron resultados estadísticamente significativos en los movimientos realizados, se observa una relación con una alteración de postura en común, específicamente la posición de las rodillas. Esto puede estar explicado por la teoría de las cadenas musculares, en relación a la cadena estática posterior⁶. Esto podría deberse a una alteración a nivel de rodillas, lugar donde pasa gran parte del peso del cuerpo, explicado como un mecanismo compensatorio final a un desequilibrio del organismo tanto descendente como ascendente.

Si bien en nuestro estudio se observó una relación entre las variables estudiadas, no se incluyeron dentro de los criterios de exclusión ciertos factores de confusión tales como el bruxismo diagnosticado, asimetrías faciales, deglución atípica, condiciones dentoalveolares, pisada, obstrucción nasal y trastornos temporomandibulares. Estos factores podrían estar influyendo en alguno de los resultados obtenidos.

8. Conclusiones

Según los resultados obtenidos en nuestra investigación podemos concluir que existe una alteración de respuesta electromiográfica en pacientes clase II y III esquelética, viéndose más alterados los clase II esquelética. En cuanto a postura ambos se encuentran alterados y se observa que los sujetos clase II se relacionan con una alteración a nivel de rodillas y los sujetos clase III con una alteración a nivel de posición de hombros. Aunque la mayor alteración postural en ambas clases esqueléticas fue la anteposición de cabeza y cuello. Por ende, se puede concluir que existe una relación entre las tres variables estudiadas, clase esquelética, respuesta electromiográfica y postura.

9. Sugerencias

En este estudio la muestra fue inferior al tamaño muestral establecido inicialmente, además fueron todos de un mismo rango etario y la ocupación que tenían los sujetos de estudio podría relacionarse con una alteración a nivel postural. Se sugiere un tamaño muestral mayor para que la muestra sea más variada y por ende más representativa. Además de enfocarse a poblaciones diversas, no enfocadas en una misma ocupación.

10. Resumen

Introducción: Se ha demostrado que existe una relación entre postura y clase esquelética, así como también una relación entre musculatura de cabeza y cuello con la postura. Sin embargo, no existen estudios que relacionen las tres variables.

Objetivo: Relacionar postura y respuesta electromiográfica con las variables cefalométricas de pacientes clases II y III esquelética.

Materiales y métodos: 22 pacientes fueron clasificados con análisis cefalométrico por su clase esquelética, a los cuales se les realizó una evaluación postural con la aplicación APECS con previa toma de fotografías frontal y lateral. Se evaluó musculatura con electromiografía de superficie analizando músculos masetero, temporal anterior y vientre anterior del digástrico realizando los movimientos de deglución y de masticación. Se analizó con software Stata 15.0 analizando estadística descriptiva e inferencial.

Resultados: Se encontró relación entre las tres variables y el más significativo fue la alteración del temporal en pacientes clase II con alteración a nivel de las rodillas, se obtuvo con un p valor inferior a 0,05.

Conclusión: Se encontró una relación entre las variables de postura, respuesta electromiográfica de los músculos masticatorios y clase esquelética.

11. Referencias bibliográficas

1. Tokunaga S, Katagiri K M, Elorza H. 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, 2014.
2. Quirós O. Bases biomecánicas y aplicaciones clínicas en ortodoncia interceptiva. México DF. Amolca:2006;3, 127-36
3. 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 [citado 2019 Jul 06] ; 66(3): 221-231.
4. Enlow Donald.H, Crecimiento maxilofacial, Tercera edición, Interamericana McGraw- Hill, 1992.
5. Albornoz M, Ogalde A, Aguirre M. Estudio Radiográfico y Electromiográfico de los Músculos Masetero y Temporal Anterior en Individuos con Maloclusión Tipo II, 1 de Angle y Controles. Int. J. Morphol. [Internet]. 2009 Sep [citado 2018 Nov 19] ; 27(3): 861-866.
6. Busquets L. Las cadenas musculares tomo II. Séptima edición. Barcelona:Paidotribo; 2005. Capítulo 1: La estática; p. 18-83
7. Chai, Y. and Maxson, R. E. Recent advances in craniofacial morphogenesis. Dev. Dyn [Internet]., 235: 2353-2375.(2006)
8. Sperber GH. Craniofacial Embriology. Fourth edition. Wright, Cambridge, 1989
9. Moore K.L. Embriología clínica, Séptima edición, S.A Elsevier España, 2006.
10. Gomez de Ferrari M.E, Campos Muñoz A. Histología y embriología bucodental, segunda edición. Panamericana, 2002.
11. Bruce Carlson. human embriology and developmental biology. Quinta edición, Ann Arbor; 2013. Capítulo 14: head and neck; p. 322. 11
12. Borja A, García-Rozado A. Diagnóstico y tratamiento de las asimetrías mandibulares. Protocolos Clínicos de la Sociedad Española de Cirugía Oral y Maxilofacial 29: 407.
13. 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 DEPeI. Rev. Odont. Mex [revista en la Internet]. 2011 Mar [citado 2019 Abr 27] ; 15(1): 14-20.

14. Proffit W, Fields H, Sarver D, ortodoncia contemporánea, Quinta Edición.
15. Esteva F, Sánchez A. et all. Comparative study between digital and manual cephalometry with digital radiograph. Revista Mexicana de Ortodoncia. Vol. 2 (2): 95-98.
16. Guyton, A. (2006). Tratado de fisiología médica . Madrid: S.A. Elsevier España.
17. Castro R, Fontes R, Falcao I, Leite A. Papel de la titina en la modulación de la función cardiaca y sus implicancias fisiopatológicas. Arq. Bras. Cardiol. 2011 Feb. 96;4:332-339
18. L. Gila, A. M. (2009). Métodos de procesamiento y análisis de señales electromiográficas. Anales Sis San Navarra, 32(3), 27-43.
19. Nishi SE, B. R. (sept de 2016). uses of electromiography in dentistry: an overview with meta-analysis. Eur J Dent, 10(3), 419-425.
20. Weiss, L. (2004). Easy EMG. USA: Elsevier.
21. Merletti, R. (2004). Electromyography. Physiology, Engineering and Noninvasive applications. USA: EMB.
22. Criswell, E. (2010). Cram's introduction to surface electromyography. USA: Jones and bartlett publishers.
23. Cameron, M. H. (2009). Physical agents in rehabilitation. Oregon: Elsevier.
24. H. Rouviere, A. D. (2005). Anatomía humana. Descriptiva, topográfica y funcional. Paris: Elsevier.
25. Latarjet, A. (2008). Anatomía humana. Argentina : Panamericana.
26. Netter, F. H. (2007). Anatomía de cabeza y cuello para odontólogos. España: Elsevier.
27. Dood, W. (1990). Physiology and radiology of the normal oral and pharyngeal phases of swallowing. AJR Am JRoentgenol, 154(5), 953-963.
28. Isola, G. (2018). Functional and molecular outcomes of the masticatory muscles. Oral Dis, 24(8), 1428-1441.
29. MOORE Keith L, DALEY II Arthur F. Anatomía con orientación clínica. 5 Edición. México DF: Editoriales Panamericana. 2007 1390p. ISBN: 84-9835- 026-3
30. OKESON, Jeffrey. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. España: Ediciones Elsevier, 2008. 602p. ISBN 978- 8480-338-4.)
31. Ferraris M, Campo A. Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental. Buenos aires. Editorial medica panamericana. 454.

32. Soamez R, Salmons S. Anatomía de Gray. 38 edición. Madrid: Ediciones Harcourt Brace. 1998. 2140p. ISBN: 84-8174-384-4.
33. Rodríguez Romero B, Mesa Jiménez J, Paseiro Ares G, González Doniz ML. Síndromes posturales y reeducación postural en los trastornos temporomandibulares. Rev Iberoam FisioterKinesol [Internet]. 2004 Dic Consultado: 2015 Jun 13.; 7(2):83-98
34. Espósito GM, Meersseman JP. Evaluación de la relación existente entre la oclusión y la postura. Rev Dent Modern [Internet]. 1988. Consultado: 2015 May 14. 6(5): [aprox 1 p].
35. Companioni Ladín F, Bachá Rigal Y. Anatomía aplicada a la estomatología. 1era Ed. La Habana: Ciencias Médicas; 2012.
36. Murrieta Pruneda José Francisco. Maloclusión dental y su relación con la postura corporal: un nuevo reto de investigación en Estomatología. Bol. Med. Hosp. Infant. Mex. [revista en la Internet]. 2013 Oct [citado 2019 Abr 27] ; 70(5): 341-343.
37. D'Attilio M, Caputi S, Epifania E, Festa F, Tecco S. Evaluation of cervical posture of children in skeletal Class I, II, and III. Cranio 2005;23:219-228.
38. Mew JR. The postural basis of malocclusion: a philosophical overview. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126: 729-738.
39. Ohanian M. Fundamentos y Principios de la Ortopedia Dento-Maxilo-Facial. Venezuela: Actualidades Médico-Odontológicas Latinoamericanas; 2000. p. 89.
40. Francois RD. Tratado de osteopatía craneal análisis ortodóntico diagnóstico y tratamiento manual de los síndromes craneomandibulares. Panamericana, 2002, pp. 145-150.
41. Rocabado M. Análisis biomecánico cráneocervical a través de una teleradiografía lateral. Rev Chilena Ortod. 1984; 1(1):42-52.
42. Busquet L. Las cadenas musculares tomo I. Sexta edición. Barcelona: Paidotribo; 2002. Capítulo 1: El tronco; p. 23-66
43. Busquet L. Las cadenas musculares tomo I. Sexta edición. Barcelona: Paidotribo; 2002. Capítulo 1: Los miembros superiores; p. 147-174.
44. Busquet L. Las cadenas musculares tomo IV. Cuarta Edición. Barcelona: Paidotribo; 2001. Capítulo 3: Las cadenas musculares de los miembros inferiores; p. 150- 176.
45. Criswell E. Cram is introduction to surface electromyography. Chapter 1. Introduction jones & Bartlett publishers, city; 2010.pp.5-7.
46. Coelho-Ferraz MJ, Berzin F, Amorim C, et al. Electromyographic evaluation of mandibular biomechanics. Int J Morphol 2009;27: 485-490)
47. Nishi SE, Basri R, Alam MK. Uses of electromyography in dentistry: an overview with meta-analysis. Eur J Dent 2016;10:419.

48. Ferrario VF, Sforza C, Tartaglia GM, Dellavia C. Immediate effect of a stabilization splint on masticatory muscle activity in temporomandibular disorder patients. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 810-5
49. Norkin C, White J. Measurement of joint motion. V edición. F.A. Davis Company, 2016.
50. Vukicevic V, et al. Head Posture Position and Length of Jaw, 2016
51. Pereira L, César L, Relation between the craniocervical cephalometric analysis and class I, II and III skeletal patterns in young subjects, (2012).
52. Cha BK, Kim CH, Baek SH. Skeletal Sagittal and Vertical Facial Types and Electromyographic Activity of the Masticatory Muscle. *Angle Orthod.* 2007 May;77(3):463-70.
53. Ricard F. Creeping fascial: terapéutica fascial y concepto osteopático. Primera edición. Madrid: Medos; 2016. Capítulo 6: Anatomía de las fascias; p. 49-152
54. Paoletti S. Las fascias: El papel de los tejidos en la mecánica humana. Primera edición. Madrid: Paidotribo; 2006. Capítulo 2: Anatomía de las fascias; p. 34-40

12. Anexos

12.1 Documento consentimiento informado

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL USO DE FICHAS CLÍNICAS, MATERIAL AUDIOVISUAL (AUDIO, VIDEOS, FOTOGRAFÍAS), RADIOGRAFÍAS Y OTROS EXÁMENES

Este formulario tiene dos partes:

- La hoja informativa.
- El Certificado de Consentimiento (para registrar su autorización). Recibirá una copia completa de este formulario.

Parte 1. Hoja Informativa

La Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, además de dar la atención necesaria para diagnosticar y tratar enfermedades de la boca, realiza investigación que se publica en revistas científicas y se presenta en congresos, cursos y a los alumnos de la Facultad. Durante su atención se llena una ficha clínica que además contiene las radiografías, material audiovisual (audio, videos, fotografías) y otros exámenes que se hayan pedido, como, por ejemplo, exámenes de sangre. Es importante que tenga en consideración que ninguno de estos procedimientos tiene efectos adversos, ni pueden perjudicar su estado de salud actual.

A través de este documento, queremos pedir su autorización para poder tener acceso a su ficha clínica, exámenes, material audiovisual (audio, videos, fotografías) y radiografías. La información que está en su ficha y que se utilizará para investigación es: sexo, edad, enfermedades generales, medicamentos que toma, hábitos, diagnóstico, tratamiento recibido, como fue la evolución durante el tratamiento, resultado del tratamiento, derivaciones a otros especialistas, informes de radiografías, entre otros. Nunca su nombre, dirección o RUT.

El tipo de investigación que se realizará con la información de su ficha clínica, exámenes y material audiovisual (audio, videos, fotografías) son:

1. Estudio de Caso Clínico: son estudios que describen las características de su enfermedad/condición, incluyendo su edad, sexo, datos de su salud general, síntomas, diagnóstico, tratamiento recibido y el resultado de este tratamiento, pero nunca su nombre, dirección, RUT u otro dato personal. En algunos casos es necesario utilizar una foto de su rostro completo, si esto es necesario se le indicará durante su atención.
2. Estudios Epidemiológicos: son investigaciones que describen qué tan frecuente es su enfermedad/condición y al igual que los estudios de caso clínico también se registrará de la ficha su edad, sexo, datos de su salud general, síntomas, diagnóstico, tratamiento recibido, el resultado de este tratamiento y qué situaciones o hábitos están relacionados con la enfermedad. Tampoco se utilizan datos personales.

Los procedimientos a realizar serán:

1. Se hará la recopilación de los datos mediante una ficha adaptada para la recolección de datos de este estudio. La cual consta de datos de índole médica para así determinar si ud puede o no ser parte del estudio.
 2. Se tomará una radiografía lateral al comienzo del estudio para determinar el tipo de relación esquelética que tiene.
 3. Se hará un examen de su postura de pie frontal y lateral que tiene como fin la búsqueda de anomalías en el sistema osteo-artro-muscular. El cual debe hacerse con ropa ligera para evaluar de manera adecuada los puntos específicos.
 4. Se realizará un examen llamado electromiografía de superficie que consiste en la colocación de electrodos de superficie en 4 músculos en su cabeza y cuello. Mediante estos electrodos se obtendrá información de la actividad muscular al momento de la masticación que determinarán si el músculo está dentro de los parámetros normales o si tiene alguna alteración patológica.
 5. Se contactará para entregar resultados de su evaluación.
- *Los procedimientos antes descritos no acarrearán efectos adversos para el paciente.

Es muy importante que sepa que, si no desea que se utilice su ficha clínica y los documentos asociados para investigación, tiene la libertad de decir que no, su decisión será respetada y seguirá recibiendo atención dental en la Facultad con normalidad. Además, recibirá una copia de este formulario.

La ficha clínica se almacena por 15 años, que es el tiempo que se almacenan las fichas de manera normal. Si usted desea que se utilice su ficha clínica y los documentos asociados para investigación, estos documentos se almacenarán de manera indefinida.

La información que contiene la ficha clínica será utilizada por los odontólogos que trabajan en la Facultad, para los tipos de investigaciones que le explicamos. Siempre se mantendrá la confidencialidad de los datos personales, es decir, no se publicarán ni su nombre, RUT o dirección.

Es importante que sepa que la investigación realizada no necesariamente tendrá beneficios para usted, pero si se obtiene información importante para su salud, se le informará personalmente.

Toda investigación que se realice con su ficha deberá contar con la aprobación del Comité Ético- Científico de la Universidad de Valparaíso, que se encarga de revisar todas las investigaciones que se realizan con seres humanos y velar por que se protejan los derechos de quienes participan en investigación.

Para algunas de las investigaciones mencionadas, puede ser que el investigador

necesite comunicarse con usted. Usted puede autorizar o no este contacto más adelante en este formulario.

Usted tiene derecho a anular el permiso concedido cuando lo estime conveniente. Para ello debe enviar una carta dirigida al Secretario de Escuela Dr. Ricardo Moreno Silva, de la Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, con dirección Subida Carvallo 211, Playa Ancha, Valparaíso. Recibirá una respuesta por escrito de que su ficha no será utilizada para investigación.

Parte 2. Certificado de Consentimiento para el uso de fichas clínicas y material audiovisual (audio, videos, fotografías):

Si **NO** desea que se utilice su ficha, material audiovisual (audio, videos, fotografías) y documentos asociados para investigación y no desea ser contactado para investigaciones, marque con una X el cuadro que corresponda:

_____ No permito el uso de mi ficha clínica y documentos asociados para la investigación y deseo que sea conservada durante el plazo legal de almacenamiento.

_____ No autorizo que se me contacte vía telefónica, carta a mi domicilio o correo electrónico cuando se necesite información para realizar la investigación.

He leído la información, o se me ha leído. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y se me ha respondido satisfactoriamente. Por lo tanto, de manera voluntaria no consiento a que se utilice la información contenida en mi ficha clínica y los documentos asociados de la manera y para los propósitos indicados previamente en este formulario, ni tampoco deseo que se me contacte para realizar investigaciones.

Nombre del Paciente: _____

Firma paciente:

Fecha: _____

Si es analfabeto

He atestiguado la lectura precisa de este formulario de consentimiento informado al paciente, quien ha tenido la posibilidad de realizar preguntas. Confirmando que el individuo ha dado su consentimiento de manera libre

Nombre del Testigo _____

Firma del Testigo _____

Fecha ____ / ____ / ____
Día/mes/año

Huella digital del paciente



Si desea que **SÍ** se utilice su ficha, material audiovisual (audio, videos, fotografías) y documentos asociados para investigación y acepta ser contactado para para investigaciones, marque con una X, el cuadro que corresponda:

<input type="checkbox"/> Permiso el uso de mi ficha clínica y documentos asociados sólo para las investigaciones descritas y que sea almacenada de manera indefinida.
<input type="checkbox"/> Autorizo a que se me contacte vía telefónica, carta a mi domicilio o correo electrónico cuando se necesite nueva información para realizar la investigación.

He leído la información, o se me ha leído. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y se me ha respondido satisfactoriamente. Por lo tanto, consiento de manera voluntaria a que se utilice la información contenida en mi ficha clínica y los documentos asociados de la manera y para los propósitos indicados previamente en este formulario.

Nombre del Paciente: _____

Firma del Paciente: _____

Fecha _____ / _____ / _____
Día / Mes / Año

Si es analfabeto

He atestado la lectura precisa de este formulario de consentimiento informado al paciente, quien ha tenido la posibilidad de realizar preguntas. Confirmo que el individuo ha dado su consentimiento de manera libre.

Nombre del Testigo _____ **Huella digital del paciente**

Firma del Testigo _____

Fecha _____ / _____ / _____
Día / Mes / Año

--

Declaración del Profesional que solicita el consentimiento:

He leído de manera precisa la hoja informativa al paciente y me he preocupado que el paciente comprenda lo siguiente:

1. Que la información contenida en la ficha clínica y los documentos asociados será utilizada para la investigación descrita (casos clínicos e investigación epidemiológica).
2. Que no se utilizarán datos personales de identificación en las investigaciones a realizar.
3. Que se resguardarán las fichas bajo llave y se mantendrá la confidencialidad de los datos personales.
4. Que se podría necesitar contactarlo nuevamente con motivos de investigación.
5. Que tiene la libertad de no consentir el uso de su ficha para investigación, sin que esta decisión interfiera en la atención clínica que solicita.

Confirmando que el paciente tuvo la posibilidad de realizar preguntas acerca del posible uso y almacenamiento de la información contenida en la ficha clínica. Todas las preguntas fueron respondidas de manera correcta. Confirmando que el individuo otorgó su consentimiento de manera libre y voluntaria.

Se entregó una copia de este consentimiento al paciente

Nombre del profesional responsable del proceso de consentimiento

**Firma del profesional responsable del
proceso de Consentimiento** _____

Fecha _____

12.2 Ficha de datos personales

Ficha de registro de datos

Nombre: _____ Rut: _____

Fecha de nacimiento: _____ Edad: _____

Dirección: _____ Número de teléfono: _____

Antecedentes sistémicos:

Enfermedad / estado	SI	NO
Embarazo		
Heridas en la piel		
Reacción de alergia a		
Reacción cutánea o acné severo		
Malformación congénita		
Uso de Órtesis		
Medicamentos (afecte músculos)		
Tratamiento de ortodoncia actualmente		
Cirugía ortognática		


Medicamentos:

Alergias:

Parafunciones:

Comentarios:

12.3 APECS



APECS
AI Posture Evaluation and
Correction System

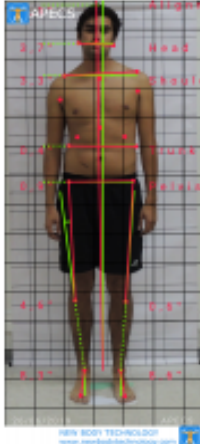
New Body Technology
Bringing humanity to a new stage

www.newbodytechnology.com

26/06/20191.84

Analysis Report

As a result of a photogrammetric analysis of the submitted photo and positioned markers, the changes indicate with high probability **Forward Head and Rounded Shoulder Posture (FHRSP) is present. Bow-leg and moderate Out-toeing (duck foot) found. Consider consulting a doctor and undergo additional medical tests. Exercises might be advised. For diagnostics, treatment, and verification of detected changes, please consult a medical expert and pass medical checkups.**




NEW BODY TECHNOLOGY
www.newbodytechnology.com

Front side

Section	Angle
Head Tilt	3.7° Left
Head Shift	5.7° Right
Shoulder Alignment	3.3° Right
Axillae Alignment	6.6° Right
Thorax Tilt	0.0° Left
Ribcage Tilt	0.6° Right
Thoracic Trunk Alignment	0.4° Left
Pelvic Tilt	0.9° Right
Knee Alignment	1.4° Left
Right Foot Rotation	8.3° Left
Left Foot Rotation	8.6° Right
Right Knee Angle	4.6° Right
Left Knee Angle	0.6° Left
Body Alignment	1.1° Left

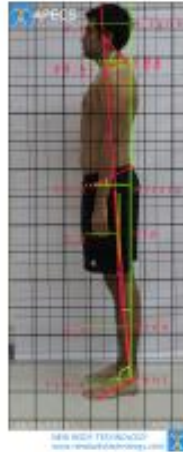
New Body Technology
APECS





26/06/2019

1.84



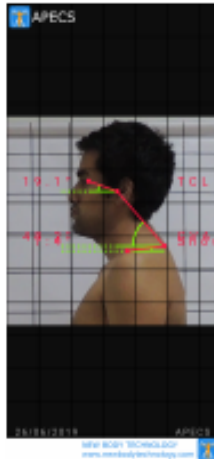
Left side

Section	Angle
Sagittal Head Shift	15.2° Forward
Forward Head Angle	44.4°
Forward Shoulder Angle	17.2°
Pelvic Tilt	25.8° Forward
Sagittal Shoulder Shift	1.8° Forward
Sagittal Hip Shift	2.8° Forward
Sagittal Knee Shift	6.3° Forward
Foot Angle	114.0°
Body Shift	4.6° Forward



Analysis Report

The analysis identified with high probability the following: Craniovertebral angle indicates presence of forward head posture (FHP). Protracted shoulder posture (PSP) detected.



Head - neck - shoulder analysis (Left)

Section	Angle
Tragus-ear line	19.1° Forward
craniovertebral angle	48.2° Forward
Shoulder angle	7.4° Backwards



12.4 Carta de aprobación de Comité de Ética

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
Comité de Revisión
Proyectos de Investigación

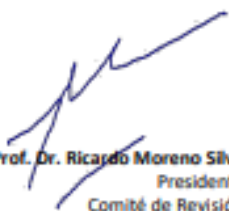
Valparaíso, 20 de Diciembre de 2018

Sr.
Prof. Kigo. Sebastián Espinoza
Presente

De nuestra consideración:

Se realizó la evaluación de su Proyecto de Investigación titulado **“Relación entre postura y electromiografía de superficie con las mediciones cefalométricas de pacientes con maloclusiones tipo II y III esqueletal”**, bajo el código PreG-04-18, no encontrándose reparos desde el punto de vista metodológico ni bioético. En consecuencia, se aprueba la ejecución de su proyecto.

Atentamente,



Prof. Dr. Ricardo Moreno Silva
Presidente
Comité de Revisión
Proyectos de Investigación
Facultad de Odontología

12.5 Protocolos

12.5.1 Protocolo de toma de fotografía

- ✓ El paciente debe acudir con peto y calzas cortas o traje de baño las mujeres, y los hombres con short de baño corto, pelo tomado y sin zapatos ni calcetines. La toma de la fotografía se hará con el paciente de frente, posterior y de lado con su lado izquierdo hacia la cámara.
- ✓ Se le hará una marca al paciente en el tobillo a la altura del maleolo lateral.
- ✓ El paciente tanto de frente como de lado y posterior deberá mirar hacia el horizonte con las manos a los costados y relajado.
- ✓ Detrás del paciente irá colocado un pendón cuadriculado el cual debe estar adosado a la pared y nivelado y delante de este y del paciente debe colgar una plomada. Esta debe pasar por el maleolo lateral.
- ✓ En el piso estará marcado donde el paciente debe poner sus pies con cinta de enmascarar
- ✓ La cámara debe estar sobre un trípode estable a 3 metros de los pies de la persona y a 1.20 mts del suelo. La cámara también debe estar nivelada con el suelo.

12.5.2 Protocolo de toma de radiografía

- ✓ Se le indica al paciente que se debe sacar todo tipo de joyas, ya sea aros, piercing y collares al entrar a la sala de radiografías.
- ✓ Se deben bajar las olivas de modo que estas toquen los hombros levemente.
- ✓ El paciente debe colocarse en posición bípeda con los brazos a los lados y pies separados levemente. Debe mirar al horizonte hacia una marca de color NARANJO, sin realizar rotación de cabeza en el eje.
- ✓ Se pide posición cómoda al paciente.
- ✓ El paciente debe estar en posición postural natural de cabeza en oclusión y con los labios en reposo.
- ✓ Previo a la toma de radiografía se le solicita al paciente que degluta.
- ✓ Al momento de tomar la radiografía el paciente no se debe mover hasta que se le indique.

12.5.3 Protocolo Electromiografía

Paciente sentado, con el plano de Frankfort paralelo al piso, mirando al horizonte. Piernas paralelas, manos sobre los muslos, completamente relajado.

Desinfectar la zona de los músculos a evaluar. Se debe frotar el algodón con alcohol de forma enérgica en la piel del paciente para eliminar todo tipo de residuos. Hombres deben llegar afeitados, de lo contrario se facilitará prestobarba.

Se coloca primero un electrodo de referencia en la mano del paciente que hará función de tierra.

Colocar electrodos en la piel en relación al músculo temporal, masetero y digástrico de manera que los electrodos queden paralelos a las fibras de cada músculo. Para ello se palpan los músculos de la siguiente manera:

Temporal→ Se le pide al paciente que apriete los dientes. El electrodo se debe colocar en una zona despejada de vello/cabello, de manera vertical por detrás de la cresta formada por la apófisis frontal del cigomático y la apófisis cigomática del frontal.

Masetero→ Se le pedirá al paciente que apriete los dientes y se palpa el músculo masetero bajo una línea imaginaria creada desde el tragus hasta el cuerpo del hueso cigomático por arriba, por abajo sobre el borde inferior de la rama. El electrodo se coloca de manera vertical con la parte superior bajo el arco cigomático en el vientre más prominente del masetero.

Ventre anterior del digástrico→ Se le pedirá al paciente que degluta. El vientre se palpa a ambos lados de la línea media formada por el mentón. El electrodo se coloca en disposición oblicua convergente hacia el mentón y divergente hacia el hioides.

Conectar los electrodos al electromiógrafo y encenderlo.

Pedir al paciente que esté quieto, relajado, sin apretar ojos ni dientes y sin tragar.

Pedir al paciente que realice los distintos movimientos:

- ✓ Reposo: Se le pide al paciente que esté relajado, manos sobre los muslos, cierre los ojos, no pestañee, no mueva la lengua y no contacte los dientes.
- ✓ Apertura máxima: Se le pide al paciente que realice apertura máxima manteniendo durante el tiempo que se le indique, sin mover la cabeza hacia atrás.
- ✓ Apriete máximo: Se le pide al paciente que se encuentre en reposo y luego al momento que se le indique, realice un apriete máximo por el tiempo que se le pida.
- ✓ Aprietes sucesivos: Se le pide al paciente que realice tres aprietes durante el tiempo que se le indique.
- ✓ Deglución: se le pide al paciente que junte saliva durante un tiempo, una vez que ya haya juntado la suficiente saliva, se le pide que esté en reposo y cuando se le indique trague.

Registrar la actividad electromiográfica en el software del programa.

12.6 certificación de estandarización



CERTIFICACIÓN

Mediante la presente, certifico que con fecha 4 de abril de 2019, se realizó el proceso de estandarización para instalación de electrodos y toma de registros electromiográficos, a través del equipo BioPak de la Compañía BIORESEARCH, con su unidad BioEMGII. Este proceso duró 4 hrs. cronológicas y estuvo bajo la tutoría del Kigo. MG. Norman Marfull S., Docente de la especialidad de Cirugía Maxilofacial de la Universidad de Valparaíso. En dicha sesión se utilizaron dos voluntarios y se protocolizaron los músculos Temporal anterior, Masetero superficial, Porción anterior de Digástrico (submandibulares) y Esternocleidomastoideo en su vientre central. Las respuestas de las PAUM, se registraron en milivolt.

Habiendo realizado este proceso, las estudiantes Gabriela Peirano, Nancy Tapia y Patricia Venegas, se encuentran capacitadas para llevar a cabo las mediciones necesarias para su proyecto de investigación.

Sin otro particular,

ATTE.

Kigo. MG. Norman Marfull Salazar

Valparaíso, 06 de junio de 2019