

Relación entre variables esqueléticas cervicales y maxilo-mandibulares en radiografías lateral de cráneo y anteroposterior con boca abierta tomadas a pacientes adultos entre 13 y 64 años de ambos sexos de un consultorio particular en Bucaramanga

Andrés Guillermo Zehr Castro y Pedro Antonio Lamadrid Pájaro

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Ortodoncia

Director
María Paula Villareal Assaf
Especialista en Ortodoncia

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga
División de Ciencias de la Salud
Facultad de Odontología
2022

Dedicatoria

Dedicamos esta tesis a la Dra. Victoria Gutiérrez (Q.E.P.D), quien supo dirigir, orientar e inspirar cada letra de este trabajo. Agradecer hoy y siempre porque a pesar de no estar presente físicamente su inteligencia, bagaje académico, pasión por el conocimiento y valores como ser humano brindaron todo el apoyo para sacar esta tesis adelante. Igualmente, queremos rendir homenaje a su vida que ha servido de inspiración para formar ortodoncistas y seres humanos extraordinarios.

Sobra decir que no se muere quien se va, solo muere quien se olvida... y tu legado está presente en cada una de esas personas que tuvimos la fortuna de ser tocados por tu luz.

Glosario

Discrepancia esquelética: es aquella que se presenta cuando existe una desarmonía entre el maxilar y mandíbula, es decir puede haber un crecimiento excesivo del uno con respecto al otro (1).

Fascias: Red de tejido conectivo en bandas que envuelve todas las partes internas del cuerpo desde la cabeza a los pies y lo fusiona todo, permitiendo que los músculos se muevan libremente junto a otras estructuras reduciendo la fricción (1).

Ligamentos: Banda de tejido conjuntivo denso o fibroso muy sólido y elástico que une los huesos entre sí en el seno de una articulación, permitiendo el movimiento, pero evitándolo de modo excesivo para prevenir luxaciones (1).

Maloclusión: Es la incorrecta relación entre el maxilar y la mandíbula, o una desalineación general de los dientes (1).

Músculos: son estructuras o tejidos existentes en el ser humano y en la mayoría de los animales que tienen la capacidad de generar movimiento al contraerse y relajarse (1).

Postura: Posición de las articulaciones del cuerpo, la disposición de las extremidades con respecto al tronco, y su orientación en el espacio (1).

Radiografía lateral: Técnica radiográfica extraoral que permiten medir los ángulos y proporciones de los huesos de la cara del paciente y de este modo conocer la relación entre sus estructuras faciales (1).

Radiografía anteroposterior: Técnica radiográfica extraoral permite estudiar las estructuras faciales, craneales, y la articulación cervical alta, así como el estudio inicial de la patología de la ATM en cuanto a su posición y relación entre los huesos implicados (1).

Sistema cráneo-cérvico-mandibular: Sistema conformado por la cabeza, el cuello y la mandíbula, que interrelacionan para mantener la estabilidad craneal (1).

Trastornos témporo-mandibulares: Son problemas que afectan las articulaciones y músculos de la masticación que conectan la mandíbula inferior al cráneo (1).

Vértebras cervicales: Son las que se sitúan en el cuello, y que tiene como función contener y proteger la médula espinal, soportar el cráneo y permitir los diversos movimientos de la cabeza (1).

Contenido

Introducción	11
1. Planteamiento del Problema	12
1.1 Justificación	144
2. Objetivos	16
2.1 Objetivo General	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3. Marco Teórico	16
3.1 Postura Corporal	16
3.1.1 Estructuras que intervienen en la postura corporal y sus funciones	17
3.2 Análisis postural a nivel cervical	19
3.2.1 Relación con sistema cráneo-mandibular	21
3.2.1.1 Hueso hioides y triángulo hioideo.	21
3.2.1.2 Ángulo cráneo-vertebral: Análisis biomecánico.	23
3.2.1.3 Espacios inter-vertebrales.	25
3.2.2 Curvatura cervical y relación cráneo-vertebral normal	26
3.2.3 Pérdida de la curvatura fisiológica: rectificación cervical	27
3.2.4 Inversión de la curvatura fisiológica: cifosis cervical	28
3.3 Radiografía lateral de cráneo	28
3.3.1 Ubicación del paciente	28
3.3.2 Obtención de posición de reposo habitual	29
3.3.3 Toma radiográfica	29
3.4 Radiografía anteroposterior con boca abierta	29
3.4.1 Protocolo de técnica clásica para la toma de radiografías anteroposterior con boca abierta	30
3.4.1.1 Preparación del paciente.	30
3.4.1.2 Procedimiento.	30
3.4.1.3 Dirección del rayo central.	30
3.4.1.4 Inmovilización del paciente.	30
3.4.2. Análisis de la imagen radiográfica anteroposterior con boca abierta	31
4. Materiales y métodos	31
4.1 Tipo de estudio	31
4.2 Selección y descripción de la población	32
4.2.1 Población	32
4.2.2 Muestra	32
4.2.3 Tipo de Muestro	32
4.3 Criterios de selección	32
4.3.1 Criterios de inclusión	32
4.3.2 Criterios de exclusión	32
4.4 Variables (Apéndice A)	32
5. Metodología	35
Instrumento	35
5.2 Procedimiento	35
5.2.1 Calibración	36
5.2.2 Prueba piloto	37
6. Análisis estadístico	37

6.1 Procesamiento de la información	37
6.2 Análisis estadístico	38
7. Consideraciones éticas	39
8. Resultados	40
8.1 Análisis descriptivo	40
8.2 Análisis bivariado	42
9. Discusión	48
10. Conclusiones	54
Referencias	55
Apéndices	60

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Puntos cefalométricos para análisis de triangulo hioideo.</i>	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. <i>Puntos cefalométricos del análisis biomecánico cráneo-cervical del Dr. Rocabado.</i>	23
Tabla 3. <i>Valor escala grado de concordancia de Landis y Koch.</i>	37
Tabla.4. <i>Valores y rangos de normalidad para cada variable.</i>	38
Tabla.5. <i>Valores del tamaño de correlación e interpretación de los mismos.</i>	39
Tabla 6. <i>Variables Sociodemográficas.</i>	40
Tabla 7. <i>Variables Cuantitativas sobre las medidas realizadas en radiografías de cráneo.</i>	41
Tabla 8. <i>Categorías sobre las medidas realizadas en radiografías de cráneo.</i>	42
Tabla 9. <i>Variables cervicales de acuerdo a la edad.</i>	44
Tabla 10. <i>Variables cervicales de acuerdo al sexo.</i>	45
Tabla 11. <i>Variables cervicales desde una vista frontal.</i>	45
Tabla 12. <i>Variables cervicales desde una vista lateral.</i>	46
Tabla 13. <i>Simetría de espacios articulares de acuerdo con variables posturales.</i>	47
Tabla 14. <i>Correlaciones Pearson.</i>	48

Lista de figuras

Figura 1. <i>Anatomía del axis.</i>	19
Figura 2. <i>Lordosis cervical.</i>	20
Figura 3. <i>Radiografía anteroposterior y lateral. Columna cervical.</i>	20
Figura 4. <i>Fuerzas de equilibrio muscular cabeza y cuello.</i>	22
Figura 5. <i>Triángulo Hioideo.</i>	23
Figura 6. <i>Ángulo cráneo-vertebral según Rocabado.</i>	24
Figura 7. <i>Relación entre el ángulo cráneo-vertebral y el crecimiento mandibular.</i>	26
Figura 8. <i>Lordosis cervical normal en relación cráneo-vertebral normal.</i>	27
Figura 9. <i>Posición del hioides cuando se pierde la lordosis cervical.</i>	27
Figura 10. <i>Columna cervical invertida.</i>	28
Figura 11. <i>Radiografía anteroposterior con boca abierta.</i>	30
Figura 12. <i>Diagrama para el análisis de radiografías anteroposterior con boca abierta de la articulación Cráneo-cervical alta.</i>	31

Lista de apéndices

Apéndice A. Cuadro de operacionalización de variables	60
Apéndice B. Instrumento de recolección de la información	65
Apéndice C. Cronograma de actividades	68
Apéndice D. Presupuesto	71
Apéndice E. Consentimiento informado consultorio VEGN	74

Resumen

Introducción: La postura corporal anormal podría estar asociada con cambios potenciales en las condiciones ortopédicas y ortodóncicas cérvico-craneofaciales. **Objetivo:** Evaluar la relación de diámetros anatómicos y medidas angulares de variables esqueléticas maxilo-mandibulares con diferentes variables cervicales, en radiografías laterales de cráneo y anteroposterior con boca abierta de pacientes entre 13 y 64 años. **Materiales y Métodos:** Estudio de corte transversal con 68 radiografía lateral de cráneo y 68 radiografía anteroposterior con boca abierta de 68 pacientes. Se registraron los diferentes diámetros en formato previamente diseñado. Se realizaron análisis descriptivos y bivariados en los cuales se compararon los diferentes diámetros mediante prueba exacta de Fischer para comparar dos variables categóricas y el Coeficiente de correlación de Pearson para indicar la relación entre variables continuas, en el programa STATA 14.0. **Resultados:** El 54.4%(n=37) de los pacientes pertenecían al grupo 20 a 39 años y 61.8%(n=42) eran mujeres. El promedio de la Angulación cráneo-vertebral en grados fue 103.8 ± 7.6 , mostrando una correlación débil e inversa entre edad y angulación de la base craneal con respecto a las vértebras cervicales. El valor promedio de ANB estuvo aumentado en el 61.8%(n=41) (alto porcentaje de clase II esquelética). Pacientes que presentaron desviación mandibular (80,8%, n=54) mostraron disminución del espacio lateral de C1 y C2 (58,8%, n=40) y elevación del plano vertebral (75%, n=51). **Conclusiones:** Es importante el análisis craneocervical en los pacientes que presentan anomalías dento-maxilares, ya que es posible que existan posturas compensatorias de la cabeza a causa de las diferentes discrepancias esqueléticas de los pacientes.

Palabras clave: Postura, maloclusión, discrepancia esquelética, columna cervical.

Abstract

Introduction: Abnormal body posture could be associated with potential changes in cervicocraniofacial orthopedic and orthodontic conditions. **Objective:** To evaluate the relationship of anatomical diameters and angular measurements of maxillo-mandibular skeletal variables with different cervical variables, in lateral cephalometric radiography and open mouth view x-ray of 68 patients between 13 and 64 years of age. **Materials and Methods:** Cross-sectional study with 68 lateral skull radiographs and 68 anteroposterior radiographs with open mouths of 68 patients. The different diameters were recorded in a previously designed format. Descriptive and bivariate analyzes were carried out in which the different diameters were compared using Fischer's exact test to compare two categorical variables and the Pearson Correlation Coefficient to indicate the relationship between continuous variables, in the STATA 14.0 program. **Results:** 54.4%(n=37) of the patients belonged to the 20 to 39 years group and 61.8%(n=42) were women. The average craniovertebral angulation in degrees was 103.8 ± 7.6 , showing a weak and inverse correlation between age and angulation of the cranial base with respect to the cervical vertebrae. The average value of ANB was increased by 61.8% (n=41) (high percentage of skeletal class II). Patients who presented mandibular deviation (80.8%, n=54) showed a decrease in the lateral space of C1 and C2 (58.8%, n=40) and elevation of the vertebral plane (75%, n=51). **Conclusions:** Craniocervical analysis is important in patients with dento-maxillary anomalies, since it is possible that there are compensatory head postures due to the different skeletal discrepancies of the patients.

Keywords: Posture, malocclusions, skeletal discrepancy, cervical spine.

Introducción

La demanda actual en la especialidad de Ortodoncia, involucra condiciones más allá de los signos y síntomas dento-alveolares y maxilares. Existen disfunciones témporo-mandibulares y alteraciones posturales que reflejan áreas integradas a la especialidad, como el estudio articular, muscular, ligamentoso, fascial, respiratorio, masticatorio, postural, entre otros. Lo anterior, se puede proyectar a numerosos escenarios clínicos que en la actualidad se encuentran sin soporte científico exhaustivo, pero con un incremento en su demanda para la práctica convencional. Una de las limitantes de la especialidad ha sido lograr reconocer a profundidad la interacción de tejidos duros y blandos que participan en el complejo cráneo-facial, junto a un déficit de estudios a nivel regional, con diseños metodológicos complementarios y análisis comparativos en diferentes planos radiográficos que fortalezcan estos debates académicos y fundamenten la práctica clínica (1,2).

La estructura craneofacial y la columna cervical son estructuras adyacentes, relacionadas morfológica y funcionalmente, que están mutuamente influenciadas por sus patrones de crecimiento. La evidencia sugiere una relación entre la posición de la cabeza y la morfología dentofacial, además, los estudios longitudinales han demostrado que los cambios en la postura de la cabeza están relacionados con cambios en el patrón de crecimiento esquelético facial, por tanto, la postura corporal anormal podría estar asociada con cambios potenciales en las condiciones ortopédicas y ortodóncicas craneofaciales. Se han encontrado correlaciones entre parámetros craneofaciales e inclinaciones cervicales, torácicas, lumbares y pélvicas, incluyendo una alta prevalencia de maloclusiones, adaptaciones craneocervicales y cambios en la forma de los arcos dentales en pacientes con curvatura anormal de la columna vertebral (3).

El presente trabajo, aborda una revisión de literatura sobre las diferentes implicaciones que tiene la condición postural del ser humano en el desarrollo de discrepancias esqueléticas de los maxilares, formación de compensaciones para-funcionales y equilibrio muscular, ligamentoso y fascial. Así mismo, se establece una caracterización cefalométrica comparable con medidas lineales radiográficas en un plano frontal, por medio de estudios diagnósticos considerados clave fundamental en la consulta de Ortodoncia. Debido a las numerosas interacciones que pueden ocurrir en aquellos pacientes con una etapa de crecimiento y desarrollo activo, este estudio aborda una población mayor a los 20 años, buscando disminuir las posibles variables de confusión que existen en las medidas cefalométricas y radiográficas en general, cuando la formación de tejidos duros y blandos, aún se encuentra en proceso.

Estudiar la postura, permite ofrecer diagnósticos acertados y enfoques de tratamiento integral para cada paciente. La terapéutica global en Ortodoncia y Ortopedia maxilar, asume el análisis del ser humano como un esquema integrado de numerosos sistemas que actúan en conjunto para permitir las diversas actividades funcionales. Por lo tanto, abarcar los sistemas que participan en el complejo craneal-dental-maxilar, es fundamental en la actualidad, logrando integrar áreas de medicina, fisioterapia, kinesiología, entre otras; para un cambio favorable en la especialidad.

1. Planteamiento del Problema

La postura corporal en el ser humano ha sido objeto de estudio para numerosas ramas de las ciencias de la salud como la anatomía, ortopedia, fisioterapia y kinesiología. Así mismo, la Odontología, especialmente en sus especialidades de Ortodoncia y Ortopedia maxilar con el tiempo se ha involucrado en este ámbito buscando establecer diagnósticos integrales de la condición inicial del paciente y su correcto seguimiento durante el tiempo de tratamiento. La columna cervical, es una de las regiones de mayor impacto y complejidad, y el dolor cervical es una queja que llega ha llegado a afectar a un 70% de las personas en alguna etapa de sus vidas (4). Este dolor cervical tiene una trascendencia individual y social de comprometer la salud pública y desencadena una de las principales causas de incapacidad laboral. Se define como postura aquella posición y orientación en el espacio que ocupa el cuerpo humano, la cual, en condiciones normales representa un estado de equilibrio corporal donde se obtiene el mayor soporte posible con el menor esfuerzo y menor gasto energético (5). El pilar fundamental de la postura es la columna cervical, íntimamente relacionada con el cráneo y el sistema estomatognático a través de la articulación occipito-atloidea, con sus diferentes conexiones musculares, vasculares y neurales; conjunto estructural que mantiene el equilibrio corporal (6).

La ortodoncia por su parte es una especialidad odontológica encargada de prevenir, diagnosticar y tratar las diferentes alteraciones en la forma, posición y función de estructuras óseo-dentales; promoviendo la corrección de posibles discrepancias a favor de un enfoque terapéutico positivo para cada paciente. El diagnóstico integral en ortodoncia debe involucrar relaciones con tejidos, estructuras y funciones que comprometen al sistema estomatognático, dentro de las cuales se encuentra la postura, función encargada de la orientación equilibrada en el espacio (1,7). Para lograr los objetivos deseados en Ortodoncia, es fundamental abarcar las diferentes áreas determinantes en el diagnóstico y tratamiento dento-maxilar. Sin embargo, existe evidencia científica limitada para lograr un análisis integral de la postura corporal que presenta el paciente, un protocolo que debe formar parte del diagnóstico individual antes y durante el tratamiento. Es imprescindible llevar a cabo aportes que promuevan la práctica clínica basada en evidencia científica, contemplando la sinergia estructural que permite diversas funciones en el ser humano (8,9).

Existen estudios que relacionan la postura corporal con la presencia de Desórdenes Temporo-Mandibulares (DTM), dolor craneofacial, maloclusiones, y discrepancias esqueléticas. Por lo tanto, la postura puede participar activamente como un factor causal para el desarrollo de patologías en tejidos duros y blandos, o puede actuar de manera antagónica como una compensación secundaria a discrepancias previas, convirtiéndose en indicador fundamental de la fisiología corporal para el diagnóstico clínico de cada paciente (5,6).

La evidencia reporta una relación entre el tejido esquelético, muscular, ligamentoso y fascial con maloclusiones de tipo sagital como clase I, II y III de bases óseas, encontrando que las discrepancias esqueléticas se reflejan como diversos cambios en curvatura cervical, traslación y rotación cefálica; es así como científicamente se han encontrado asociaciones entre la maloclusión clase II y clase III con anteposición y retroposición cefálica, respectivamente (6). Así mismo, Batistão y colaboradores (7), encontraron en el 2016 en 288 pacientes con un rango de edad de 6 a 15 años, que un 53,5% presentaba anteposición cefálica, un 30,2% presentaba hipercifosis y un

37,2% presentaba hiperlordosis. Estos datos representan condiciones posturales alteradas desde etapas de vida muy tempranas, como punto de partida para investigaciones posteriores que logren superar limitantes mencionadas en este estudio, como la ausencia de medios diagnósticos complementarios para diferentes planos del espacio (10). Por otra parte, los Desórdenes Temporomandibulares (DTM), condición presente en un alto porcentaje de pacientes, también han reportado una relación íntima con las compensaciones posturales, como lo han documentado Munhoz, Huggare y Nicolakis (1,8,11,12). Así mismo, estudios realizados por autores como Plesh y colaboradores en 2011 (13) y Storm en 2006 (14), han reportado que el 50% de los pacientes con DTM presenta dolor cervical, cifras elevadas que comprenden algunos de los motivos de consulta habituales en Ortodoncia. Existen investigaciones con resultados controversiales donde se niega esta relación, estableciendo un campo de estudio que permita esclarecer presencia o ausencia de la misma (2,14,15).

Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, la evidencia científica actual soporta un análisis específico desde una vista sagital para estructuras que en esencia son tridimensionales y que actúan como determinantes en estos tres planos espaciales, es por esto que sale al descubierto una necesidad científica que promueva el estudio postural mediante ayudas diagnósticas en vistas complementarias más allá del plano sagital, como aquella que permite la radiografía antero-posterior para el estudio del plano frontal (6,16).

Actualmente se encuentra en curso de publicación un trabajo de grado en la universidad Santo Tomás campus Floridablanca, llevado a cabo por Moreno y colaboradores que tiene como objetivo estudiar la relación entre la angulación cráneo-vertebral (variable asociada a la postura) con mediciones maxilo-mandibulares, cervicales y respiratorias tomadas en radiografía lateral de cráneo. El estudio mencionado anteriormente es clave para establecer conexiones desde una vista lateral, sin embargo, presenta limitantes desde una vista frontal que se convierten en punto de partida para la presente investigación (16,17).

Esta radiografía lateral de cráneo hace parte del paquete básico de estudios en ortodoncia, pero también se encuentran disponibles imágenes diagnósticas de mayor complejidad que superan las limitantes bidimensionales abarcando vistas frontales. Los estudios más especializados como las tomografías y estudios de resonancia magnética no se han involucrado dentro del protocolo habitual de consulta clínica por su alto costo y porcentajes de radiación en comparación con imágenes radiográficas tradicionales. Un estudio del año 2020 realizado por un grupo de trabajo de Farmington, Connecticut, menciona las diferentes limitantes que tiene la radiografía lateral, pero deja en manifiesto que, a la fecha, esta radiografía sigue siendo un medio de estudio rutinario especialmente para el análisis de discrepancias esqueléticas maxilo-mandibulares de mediana y baja complejidad (18).

Diferentes autores, han buscado estudiar cómo se puede relacionar la postura corporal general con las diferentes condiciones óseo-dentales en cavidad oral, por su parte, Pecina y colaboradores clasifican las anomalías ortodóncicas de dos maneras: adquiridas y hereditarias, dentro de las conclusiones de su estudio se muestra una mayor incidencia de anomalías ortodoncias adquiridas en pacientes que sufren escoliosis. Además, sugieren que la utilización de herramientas para la detección temprana de maloclusiones dentales permitirá a médicos y odontólogos identificar un determinado grupo poblacional con mayor riesgo de desarrollar escoliosis en un futuro (19).

Autores como Lippold y colaboradores confirman esta teoría, afirmando que existe una correlación estadísticamente significativa entre los pacientes con escoliosis y maloclusión dental clase II (20).

Por lo tanto, a la fecha se ha hecho evidente la existencia de cambios en la posición mandibular que influyen en la postura corporal y viceversa (21), lo anterior, por medio de diferentes estudios en los cuales se ha encontrado que la postura corporal puede afectar la trayectoria de cierre mandibular, especialmente por cambios en contactos oclusales en una población adulta (22,23). Otros autores como Bracco y colaboradores han encontrado otro tipo de relaciones, por ejemplo, entre la oclusión y la distribución de peso corporal manifestada a nivel de los pies (24,25); y la relación entre ciertas para-funciones del sistema estomatognático con una posición anterior o posterior de la cabeza. Es así, como podemos mencionar evidencia suficiente para soportar la necesidad de estudiar a profundidad la condición postural, con variables más detalladas, que sean parte rutinaria de la consulta de Ortodoncia y que puedan ser detectadas en ayudas diagnósticas convencionales.

Esta necesidad de esclarecer las relaciones mencionadas anteriormente con medios habituales de la práctica clínica, se han limitado a vistas laterales del cráneo, sin un complemento en su vista coronal o frontal. Por esto, es fundamental complementar los aportes disponibles con estudios en otros planos del espacio y diferentes esquemas de evaluación. De acuerdo con lo mencionado anteriormente, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Existe una relación entre los diámetros anatómicos y medidas angulares de las variables esqueléticas cervicales y maxilo-mandibulares registradas en radiografía lateral de cráneo con medidas anatómicas tomadas en radiografía anteroposterior de boca abierta?

1.1 Justificación

El sistema estomatognático como unidad funcional, comprende diversas estructuras importantes para el control de la postura corporal, tejidos duros y blandos como el esqueleto craneofacial, soporte basal maxilar y mandibular, soporte vertebral, músculos, fascias y ligamentos. Estas estructuras trabajan en armonía para realizar diferentes funciones como fonación, masticación, deglución, entre otras. Las conexiones directas e indirectas con la región cervical, dadas por tejidos duros y blandos, así como el equilibrio oclusal y articular, han sido descritas en la literatura como sistema cráneo-cérvico-mandibular (6).

La columna vertebral, como parte del sistema cráneo-cérvico-mandibular, específicamente en su región cervical se ha convertido durante los últimos años en un foco de interés para odontólogos y especialistas en diferentes áreas de la odontología, donde se involucran conceptos de crecimiento y desarrollo como una base científica para la dinámica craneal, cervical y maxilo-mandibular. Este sistema actúa como un conjunto estructural influenciado por mecanismos genéticos, epigenéticos y ambientales de tipo social, cultural, emocional, y sistémico, donde participa la actividad física, presencia de obesidad, fisiología de trastornos del desarrollo, maduración sexual, género y herencia, entre otros (10).

Una alteración en la postura cervical es capaz de generar patrones de cambios definidos en la morfología cráneo-facial. Estos cambios están relacionados con una alteración de la función normal del sistema de tal manera que se puede afirmar que la posición hacia adelante de la cabeza

puede influir tanto en la forma como en la función de todo el sistema estomatognático. Cuando no se realiza a tiempo un diagnóstico y tratamiento de alteraciones posturales, se crean estados biológicos disfuncionales con cambios en aferencias sensoriales periféricas relacionadas con la obstrucción de vías aéreas, condiciones psíquicas y cambios musculares. Se crean así mismo, adaptaciones estructurales en posición anterior o posterior de la cabeza y con ello, cambios en la dirección de crecimiento y desarrollo cráneo-facial y dento-alveolar; lo anterior, como resultado de una nueva actividad muscular. Es por esto, que la postura puede participar en el desarrollo de los diferentes patrones: dólico-faciales y braqui-faciales (26).

Lo anterior, justifica la importancia de estudiar la postura para esclarecer conductas clínicas, un paciente que presente cambios posturales, va a mostrar secuencialmente numerosas variaciones en tejidos duros y blandos cráneo-faciales, que desencadenan en un patrón determinado de crecimiento y desarrollo. Esto, aplicado a pacientes que han superado su etapa activa (pacientes adultos), representa consecuencias a nivel articular temporomandibular (cambios en músculos, ligamentos y fascias que relacionan esta articulación, cambios en la posición de la fosa mandibular con respecto al cóndilo por posiciones anteriores o posteriores de la cabeza, y alteraciones sensoriales), así mismo, representa consecuencias máxilo mandibulares por el desarrollo de discrepancias clase II o clase III ante las diferencias que ocurren por extensiones cráneo-cervicales (26).

La gran mayoría de investigaciones acerca de postura corporal en odontología se orientan a buscar la relación entre anomalías de posición cráneo-cervical con la frecuencia y severidad de las maloclusiones. Es decir, principalmente se orientan al estudio de los tipos de regulación postural, en los que se intenta explicar cómo existen alteraciones posturales y cuál es su relación a nivel dental (27). Solow y colaboradores, encontraron que los coeficientes de correlación entre los cambios posturales y los cambios de crecimiento en la morfología cráneo-facial revelaron que los cambios en la angulación cráneo-cervical y la inclinación cervical estaban asociados con el grado y la dirección de la verdadera rotación del crecimiento mandibular según lo evaluado por el método de superposición de la estructura cefalométrica (28).

Estudiar el sistema cráneo-cervico-mandibular, resulta conveniente a la hora de favorecer un análisis crítico de forma integral para los pacientes en la consulta clínica, permite entender factores causales o efectos secundarios y compensatorios para las diferentes relaciones sagitales, verticales y transversales de las piezas dentales y sus bases óseas. Como un aporte a la sociedad, esta investigación permite ampliar las bases diagnósticas, priorizar objetivos de tratamiento, entender el cuerpo como un conjunto que no es ajeno a cada función individual. La trascendencia social de este proyecto tiene en esencia una búsqueda continua de lograr mejor calidad de vida en los pacientes, actuar sobre signos y síntomas que son reportados a diario en la consulta y que, en conjunto, están supeditados a problemas de alto impacto en salud pública (5,9). Este sistema actúa como un conjunto estructural influenciado por mecanismos genéticos, epigenéticos y ambientales de tipo social, cultural, emocional, y sistémico, donde participa la actividad física, presencia de obesidad, fisiología de trastornos del desarrollo, maduración sexual, género y herencia, entre otros (10).

Por otra parte, el estudio diagnóstico de la función postural permite afianzar conocimientos previos del equilibrio que mantiene el sistema estomatognático, crear conciencia en el área de

salud oral, ofrecer prácticas basadas en la evidencia, establecer enfoques oportunos y aprovechar al máximo las ayudas radiográficas que hacen parte del protocolo clínico habitual. El especialista en Ortodoncia debe conocer los conceptos anatómicos, morfológicos y funcionales asociados a las discrepancias óseo-dentales, así mismo, pronosticar, diagnosticar y elegir un plan de tratamiento adecuado e integral para cada paciente.

Es fundamental realizar estudios que permitan entender el aporte diagnóstico que ofrecen otras ayudas radiográficas para el análisis detallado desde diferentes planos del espacio sobre las condiciones particulares a nivel cráneo-cervical. Estudiar en conjunto la radiografía lateral de cráneo y la radiografía anteroposterior de boca abierta, permite abrir puertas para nuevos conocimientos en el ámbito profesional, rompiendo paradigmas de la Ortodoncia como una especialidad enfocada solo en el movimiento dental, promoviendo una mejor calidad de vida en los pacientes, detectando causales o consecuentes sistémicos y analizando cada caso de manera integral.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Evaluar la relación entre los diámetros anatómicos y medidas angulares de las variables esqueléticas maxilo-mandibulares con diferentes variables cervicales, en radiografías laterales de cráneo y anteroposterior con boca abierta de pacientes entre los 13 y 64 años de ambos sexos tomadas de un consultorio particular en Bucaramanga.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar la población de estudio con respecto a la edad y sexo, verificando la existencia de diferencias con respecto a las variables cervicales seleccionadas.
- Determinar la relación entre las discrepancias maxilo-mandibulares con las variables cervicales desde una vista lateral y frontal en la radiografía lateral de cráneo y anteroposterior con boca abierta.
- Determinar la simetría de espacios articulares intervertebrales en radiografías anteroposterior con boca abierta y su relación con las variables posturales en la radiografía lateral de cráneo.

3. Marco Teórico

3.1 Postura Corporal

El término postura corporal, hace referencia a la posición de las articulaciones del cuerpo, la disposición de las extremidades con respecto al tronco, y su orientación en el espacio (5). Para considerar una postura óptima, debe existir alineación del torso y la cabeza con respecto a el eje de gravedad (columna vertebral), la base de soporte y el campo visual, idealizándola como la alineación perfecta de los segmentos que soportan peso, cada uno en equilibrio con el otro (17,18). Yong y colaboradores en el 2016 manifestaron que la postura ideal es aquella en la que hay una alineación perfecta del segmento que soporta el peso, en esta definición intervienen diferentes

puntos relacionados con la línea vertical de gravedad que pasa por delante de la rodilla, posterior a la cadera, a través de los cuerpos de las vértebras tanto en la columna cervical y lumbar, a través de la articulación del hombro y a través del meato auditivo externo (29). En 1947, el Comité de Postura de la Academia Estadounidense de Cirujanos Ortopédicos (AAOS, 1947) definió una postura saludable como “... el estado de equilibrio muscular y esquelético que protege las estructuras de soporte del cuerpo contra lesiones o deformidades progresivas ...” y una mala postura como “... una relación defectuosa de las diversas partes del cuerpo que produce una mayor tensión en las estructuras de soporte ...” (18).

Es importante tener en cuenta que la alineación postural correcta y los mecanismos efectivos de equilibrio corporal son esenciales para las habilidades motoras, psicológicas y comunicativas de un individuo (30). Sin embargo, cuando se afecta la línea de gravedad con relación al área de base de soporte, el cuerpo ve alterada su estabilidad y utiliza la actividad muscular para contrarrestar estas alteraciones, tomando de esta manera el control sobre el equilibrio, a esto se le conoce comúnmente como “control postural”. El control postural es un requisito previo para el mantenimiento de una gran cantidad de posturas y actividades, es el fundamento para el desarrollo de cambios adaptativos y sus consecuencias morfológicas/funcionales (31,32).

El sistema de control postural es un mecanismo organizado por el Sistema Nervioso Central (SNC). La información sensorial actúa a diferentes niveles del SNC y activa la sinergia neuromuscular adecuada que permite la postura del cuerpo para cada situación a través de ajustes posturales. Los ajustes posturales son una consecuencia de aferencias (visuales, vestibulares y somatosensoriales) en el SNC (5). Es así como un desarrollo neuropsicomotor normal se caracteriza por la adquisición gradual del control postural con la aparición de reacciones de corrección y equilibrio, dependientes de la integridad del Sistema Nervioso Central (SNC) y evolucionando de manera tan ordenada que cada etapa es una consecuencia de la anterior y necesaria para la siguiente (31). El control postural depende también de la maduración de las estructuras involucradas, así como de sus experiencias motoras, que se pasan de ser espontáneas a ser aprendidas y generar impactos en el individuo (33).

El logro del equilibrio entre las estructuras corporales, como la columna vertebral y las extremidades, para prevenir patologías durante las actividades diarias y laborales, representa un gran desafío (33). Dada la complejidad biomecánica involucrada en la implementación del equilibrio y la postura corporal, muchos factores pueden interferir de manera negativa en el correcto ajuste postural y causar ajustes corporales y motores compensatorios, como por ejemplo la respiración oral, la cual provoca cambios físicos, especialmente en la posición de la cabeza para permitir su instalación y funcionalidad (30,34). La postura depende en gran medida del fortalecimiento de los músculos de la estática, tónicos o posturales, de la tensión ligamentaria, del apoyo plantar y del sistema vestibular del oído que juegan un papel central en el sistema de equilibrio y son importantes para el control postural (33).

3.1.1 Estructuras que intervienen en la postura corporal y sus funciones

La evidencia científica, suele diferir los estudios de la región cráneo-cervical del resto de la columna, esto ocurre por las diferencias anatómicas y funcionales de estas dos regiones, asociadas a cuadros clínicos totalmente diferentes y por ende, a conductas terapéuticas individualizadas.

Desde un punto de vista anatómico y funcional, la columna cervical superior abarca desde la región occipital hasta C3, esta columna está constituida por los cóndilos del occipital, las vértebras atlas y axis (consideradas articulaciones de alta complejidad). La columna cervical es la encargada de posicionar la cabeza para orientar órganos de los sentidos (especialmente los ojos), es por esto que la región cervical es la zona de mayor movilidad en toda la columna. Además de esto, la columna protege la médula espinal y estructuras vasculares responsables del funcionamiento cerebral (33).

Este conjunto estructural actúa junto a músculos, fascias y ligamentos que determinan la relación con el entorno (de acuerdo con principios de gravedad) y la relación con el peso del individuo y su distribución corporal. Es esta la región con mayor número de músculos, con una disposición compleja, encargados de la distribución de fuerzas del cuello, hombros, espalda (tronco), abdomen y brazos. Los músculos son órganos sensitivos, propioceptivos, indispensables para la neuroregulación. A nivel cervical, los músculos cuentan con un gran número de propioceptores que participan en el equilibrio y control de la postura, siendo los músculos largos los responsables de movimientos de mayor amplitud, y los profundos, responsables de estabilizar toda la articulación (4). Los músculos que promueven el funcionamiento cráneo-vertebral son:

- Esternocleidomastoideo: permite la orientación de la cabeza en todos los planos espaciales.
- Músculos sub-occipitales: permiten regular movimientos de los segmentos cráneo-cervicales y equilibrar la cabeza. Alteraciones en esta cadena muscular, se asocian con la presencia de dolor, especialmente la cefalea como síntoma habitual ante los cambios funcionales entre atlas/axis.

Por otra parte, los ligamentos, conocidos como importantes restrictores, funcionan evitando movimientos nocivos y limitando la función para proteger del daño por cargas excesivas. En la columna cervical los ligamentos que desempeñan una función biomecánica relevante son los ligamentos longitudinal anterior y posterior, y el ligamento amarillo. Así mismo, las fascias como tejido conectivo de alto contenido colágeno, envuelven internamente el cuerpo reduciendo la fricción excesiva estructural, manteniendo la temperatura corporal, protegiendo el cuerpo como barrera ante impactos y finalmente, son encargadas de la comunicación entre terminales nerviosos para desencadenar respuestas adaptativas de acuerdo al movimiento (4). Las fascias, músculos y ligamentos, son estructuras organizadas que van a influir morfológica y funcionalmente a nivel cervical, a nivel craneal y maxilo-mandibular (33).

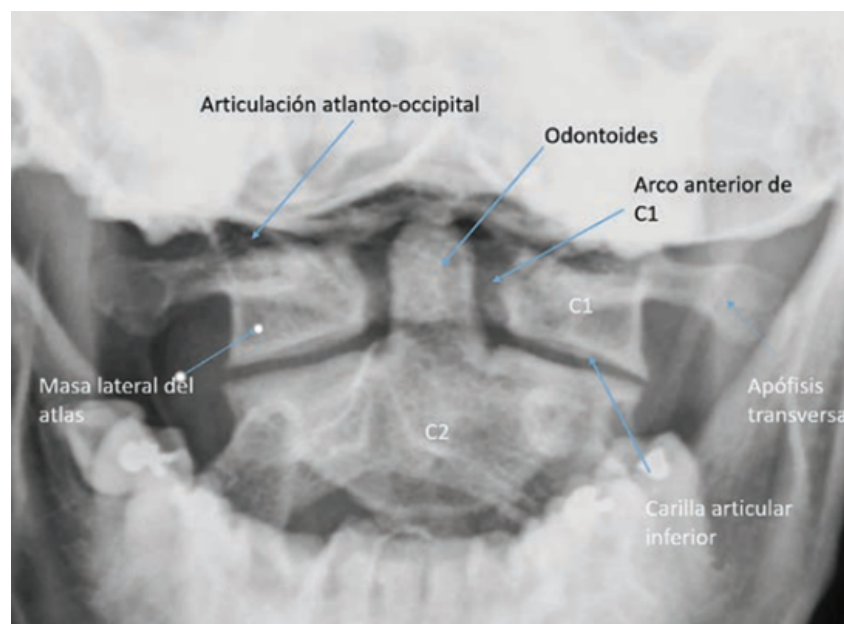
Para abarcar funcionalmente la postura, es fundamental hacer un recuento anatómico de la región cráneo-cervical, encargada de independizar los movimientos craneales de los movimientos en el resto del cuerpo. Esta región está compuesta por:

- Occipital: es un hueso que hace parte del cráneo en su zona posterior-inferior, y que articula con las primeras vértebras cervicales, por este motivo desde un punto de vista funcional, es considerado la primera vértebra cervical. Presenta dos cóndilos, uno a cada lado del agujero magno, los cuales articulan con el atlas ofreciendo estabilidad a la articulación.
- Atlas: conforma un anillo óseo con masas laterales y facetas articulares superiores para el occipital e inferiores para el axis.
- Axis: presenta una apófisis llamada odontoides, que articula verticalmente con el atlas y determina lateralmente el equilibrio corporal en su parte superior. Esta articulación entre C1 y C2, es la responsable del 70% del total de la rotación de la columna cervical.

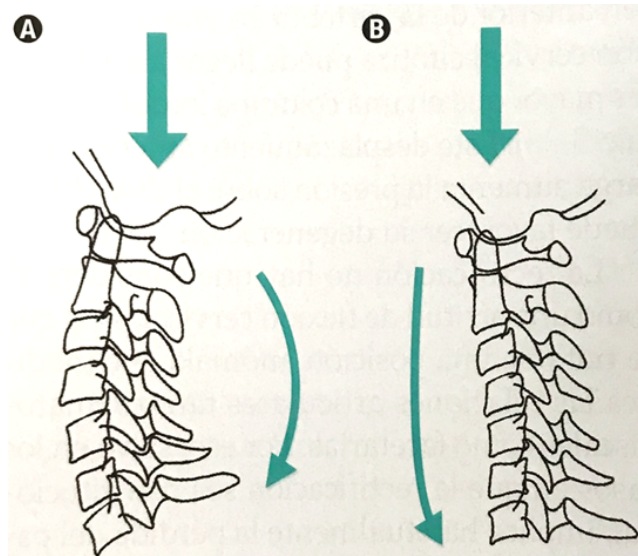
3.2 Análisis postural a nivel cervical

La biomecánica articular involucra: articulación atlanto-occipital, articulación témporo-mandibular, hueso hioides y columna cervical. Desde una vista frontal, se puede observar en una radiografía craneal antero-posterior o postero-anterior, la relación que existe entre las primeras vértebras cervicales, en medio de cada uno de los cuerpos óseos, se encuentran espacios articulares que serán determinantes para la distribución de cargas a lo largo de todo el eje de la columna, las masas laterales de C1 o atlas, van a articular por medio de sus apófisis transversas con C2 (Figura 1). La apariencia de esta columna puede ser recta o ligeramente curva, fisiológicamente es ideal observar en un paciente una curvatura en zona cérvico/lumbar tipo lordosis, esta curvatura favorece el reparto equitativo de cargas, pero depende en gran medida de la alineación de toda la columna y la magnitud de las curvas en cada una de las regiones. Contrario a ello, la rectificación o inversión cifótica cervical se asocia comúnmente con presencia de cefalea y mayor incidencia de cambios degenerativos (Figura 2). Torres R, menciona que desde un punto de vista biomecánico, la lordosis es necesaria para lograr acople funcional normal, adecuada distribución de cargas y desarrollo fisiológico articular (4, 35, 36). En la figura 3 se muestra la relación cervical desde una vista frontal/coronal y una vista lateral/sagital.

Figura 1. *Anatomía del axis C2.*

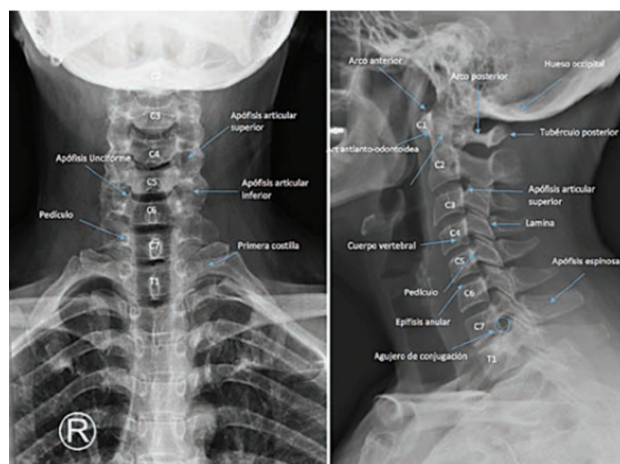


Tomado de (37).

Figura 2. *Lordosis cervical*

Nota: (A) que favorece correcta absorción y distribución de cargas, Rectificación cervical (B) que disminuye capacidad de absorción y distribución de cargas, aumentando riesgo de lesión. Tomado de (4).

La rectificación o la inversión de la lordosis cervical, puede ocurrir por causas congénitas o adquiridas, en esta última categoría se encuentran los cambios en curvatura por contractura muscular o espasmos y los traumatismos. Esta pérdida de lordosis va a cambiar la forma como se distribuyen presiones articulares, en ciertos casos se asocia con traslaciones anteriores de la cabeza, donde se aumenta el estrés mecánico y se desequilibra funcionalmente esta región cervical. Estos cambios en presiones, van a generar remodelados óseos, como aquellos que se describen en la ley de Wolff, promoviendo la aparición de osteofitos y deformidades óseas (38). Así mismo, estos cambios en curvatura pueden influir en la perfusión vascular y sistema nervioso central(Figura 3).

Figura 3. *Radiografía anteroposterior y lateral. Columna cervical.*

Tomado de (37).

3.2.1 Relación con sistema cráneo-mandibular:

En el análisis cráneo-vertebral se debe estudiar la relación con el complejo craneal-maxilar/mandibular, las alteraciones posturales cervicales, tienen una influencia directa sobre todos los componentes del sistema cráneo-mandibular. La región témporo-mandibular y la columna cráneo-vertebral comparten áreas sintomáticas, es por esto que el equilibrio del sistema postural será dependiente del equilibrio cráneo-mandibular donde se encuentra ATM (Articulación Temporo-Mandibular), oclusión dental y musculatura masticatoria (Figura 4).

Los movimientos funcionales mandibulares tienen relación a nivel cráneo-cervical. Cuando se realiza apertura mandibular se genera una extensión cráneo-cervical y cuando se realiza cierre mandibular se genera una flexión cráneo-cervical, interacción que resulta de diferentes tensiones entre músculos y fascias. Por lo tanto, cualquier cambio en la postura de la cabeza en relación con la columna, va a repercutir en la distribución de tensiones que determinan la posición mandibular. En este punto, entran a participar además de la columna cervical: el cráneo, la mandíbula, el hueso hioides y la cintura escapular, por medio de cadenas musculares donde cualquier cambio en la posición, va a modificar la distribución de tensiones y comportamiento de todo el conjunto estructural. Es por esto, que no puede existir equilibrio en el sistema muscular cráneo-mandibular, si no existe un equilibrio en el sistema cráneo-cervical (4). Una de las técnicas utilizadas actualmente para determinar el equilibrio ortostático cráneo-cervical, es aquella descrita por Rocabado en el año 1984 (39).

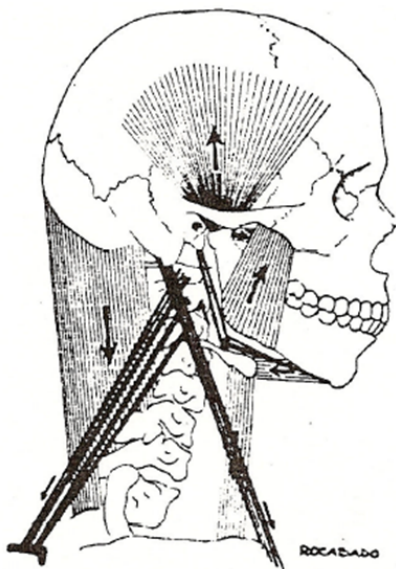
En este documento de Rocabado, se analizan los siguientes parámetros:

- Triángulo hioideo
- Ángulo cráneo-vertebral
- Espacios inter-vertebrales: C0-C1 y C1-C2

A continuación, se desglosan estos parámetros:

3.2.1.1 Hueso hioides y triángulo hioideo.

Dentro del complejo craneocervical, el hueso hioides es una estructura diferente a todos los huesos de cabeza y cuello, ya que no presenta articulación con ningún otro hueso. A nivel muscular se relaciona con dos grupos musculares: suprahioides e infrahioides. Se afirma que cuando un ser humano tiene una postura erguida donde la columna vertebral está en armonía con la cabeza, los músculos anteriores y posteriores deben manejar la misma tensión sobre los cóndilos occipitales, para lograr ese estado, el hueso hioides juega un papel importante sobre las fuerzas que ejercen los grupos musculares que se relacionan con el (39). Esto evidencia la importancia natural que tiene el hueso hioides sobre la posición craneal.

Figura 4. *Fuerzas de equilibrio muscular cabeza y cuello.*

Tomado de (39).

La posición del hioides está directamente relacionada con las tensiones de los músculos, fascias y ligamentos que se relacionan con el mismo. El triángulo hioideo está formado en su parte superior por una línea que une la sínfisis mentoniana con el borde anteroinferior del cuerpo de C3, y por dos líneas que desde este punto confluyen en la parte más anterior/superior del hioides. Este triángulo es positivo cuando su vértice es inferior reflejando un equilibrio circundante y negativo cuando su vértice es superior reflejando alteración en el complejo estructural.

Tabla 1. *Puntos cefalométricos para análisis de triángulo hioideo.*

Punto cefalométrico	Definición
C3	El punto más anterior e inferior de la tercera vértebra cervical.
RGn (retrognación)	Punto más posterior e inferior de la sínfisis mandibular.
H (hioideal)	Punto más anterior y superior del hueso hioides

Tomado de (40).

El triángulo se forma uniendo los puntos cefalométricos, retrognación, hioideal y C3. Una de las ventajas de este análisis es poder identificar la posición en los tres sentidos del espacio del hueso hioides sin utilizar ninguna referencia craneal. (figura 5).

Figura 5. *Triangulo Hioideo.*

Tomado de (39).

3.2.1.2 Ángulo cráneo-vertebral

Análisis biomecánico. Este análisis se desarrolla mediante puntos cefalométricos (tabla 3) sobre una radiografía lateral de cráneo que tiene como fin diagnosticar la biomecánica de la relación craneal, cervical y mandibular. El ángulo cráneo-vertebral se obtiene midiendo la posición de la cabeza con respecto a la columna cervical, por medio del ángulo formado entre la línea Mac Gregor y el eje que pasa longitudinal a la apófisis odontoides. En la tabla 3 se describe en detalle cada uno de los planos (39) y la figura 6 muestra la medición del ángulo cráneo-vertebral.

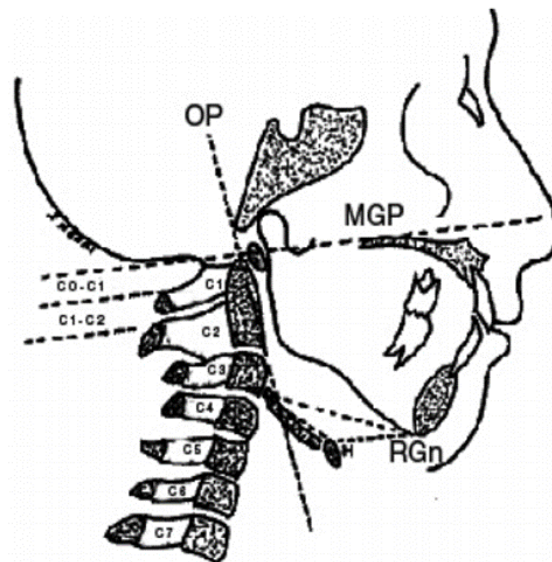
Tabla 2. *Puntos cefalométricos del análisis biomecánico cráneo-cervical del Dr. Rocabado.*

Punto cefalométrico	Definición
O A	Distancia entre la base del occipital y el arco posterior del atlas
A A	Punto más anterior del cuerpo del atlas
C 3	Ángulo anterior e inferior del cuerpo vertebral de la 3 ^{ra} vértebra cervical
H	Punto más superior y anterior del hueso hioides
PNS	Espina nasal posterior, punto más posterior del paladar duro
eRGn	Retrognation, punto más inferior y posterior de la sínfisis mandibular, determinado por la bisectriz al borde posterior e inferior de la sínfisis o el punto más cercano desde el hioides al borde posterior de la sínfisis mentoniana
M G P	Plano Mac Gregor: desde PNS hasta la base del occipital

Punto cefalométrico	Definición
O P	Plano Odontoideo: línea que une al borde anterior inferior de las apófisis odontoides con el ápice del mismo
P H	Plano Hioideo: formado desde H y la tangente a las astas posteriores del hueso hioides

Tomado de (39).

Figura 6. *Ángulo cráneo-vertebral según Rocabado.*



Tomado de (39).

El ángulo cráneo-vertebral, según Rocabado, debe medir $101 \pm 5^\circ$, por lo tanto, los ángulos inferiores a 96° o superiores a 106° van a desencadenar lo que se describe a continuación:

- Rotación posterior craneal: valores menores a 96° implican una rotación posterior exagerada del cráneo, provocando que se disminuyan los espacios suboccipitales (factor asociado a dolores craneofaciales), aumento de la distancia entre la sínfisis mentoniana con el sistema hioideo, tensión hioidea debido a una elevada tracción mandibular, provocando trastornos de crecimiento y desarrollo, tensión hioidea por el descenso de la lengua al piso de boca y alteraciones en la deglución. Las rotaciones posteriores craneales tienden a posteriorizar los cóndilos mandibulares y los contactos oclusales (39).
- Rotación anterior craneal: valores mayores a 106° generan una rotación anterior del cráneo y por ende un aumento del espacio suboccipital y enderezamiento de la curvatura cervical. También, se produce una tensión exagerada a nivel de tejidos blandos craneovertebrales posteriores (factor de riesgo para neuropatías por atrapamiento periférico concomitante para dolores cráneo cervicales). Las rotaciones anteriores craneales tienden a anteriorizar los cóndilos mandibulares y los contactos oclusales (39).

3.2.1.3 *Espacios inter-vertebrales.*

Las alteraciones de la relación funcional de las articulaciones cráneo-vertebrales pueden ser factores que predisponen dolor músculo-esquelético local. Estos espacios los establece la relación entre el hueso occipital y una tangente a la base occipital delimitada por el plano Mc Gregor y la distancia vertical al punto más superior y posterior del arco posterior del atlas (C 1). Esta distancia puede variar desde 4 a 9mm, síntomas locales por alteración de este espacio incluyen cambios en el rango de movilidad articular occipito-atloidea, adormecimiento o sensación de cosquilleo periférico por compresión vascular y dolores localizados por compresión nerviosa (39).

- Distancia OA menor a 4mm. Está relacionado directamente con la compresión suboccipital por factores mecánicos, que trae consigo la retracción de los músculos suboccipitales, acortamiento del ligamento nual, limitación del movimiento de flexión craneal, adormecimiento en extremidades, algias de cabeza y cuello (39).
- Distancia OA mayor a 9mm. Se atribuye a pérdida de la lordosis fisiológica a nivel cervical(cifosis), se presenta distensión ligamentosa y muscular en áreas suboccipitales, atrapamiento periférico neurovascular y aumento de la tensión de los tejidos blandos produciendo hipoestesia (disminución de la sensibilidad) (39).

Solow y Siersbaek-Nielsen encontraron una correlación elevada entre los cambios secundarios al crecimiento de la morfología cráneo-facial y los cambios en la postura de la columna cervical y de la cabeza, es decir, entre la rotación mandibular y el ángulo cráneo-cervical. Quiere decir, que cuando el ángulo cráneo-cervical se reduce, se genera un desarrollo mandibular con rotación anterior, contrario al aumento de este ángulo, asociado a una rotación posterior mandibular (28,41,42).

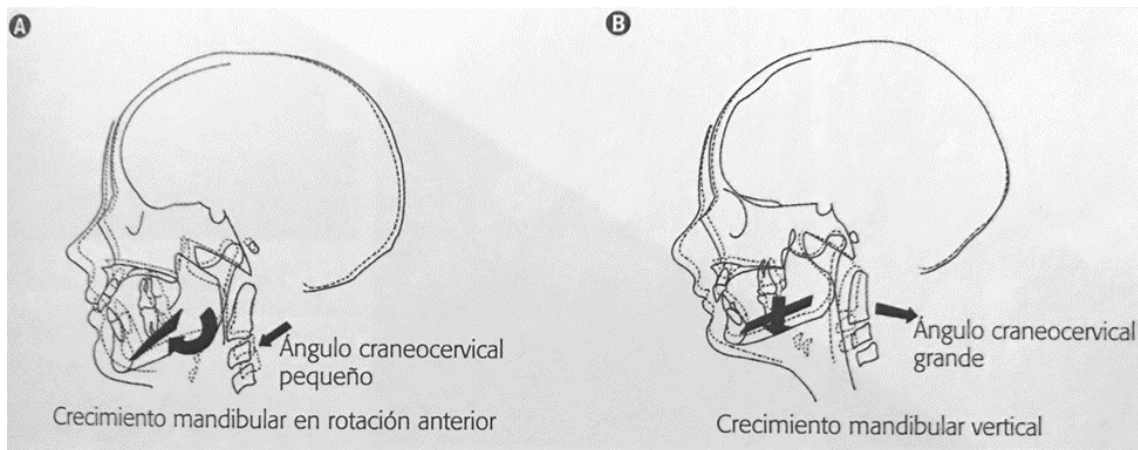
Beni Solow, años más tarde, encontró en otra de sus investigaciones aquello que denominó junto a Kreiborg: la hipótesis del estiramiento de los tejidos blandos, donde las diferencias en morfología cráneo-facial se pueden fundamentar por medio de fuerzas que actúan en todo el esqueleto facial, por lo tanto, una extensión cráneo-cervical, además de lo mencionado anteriormente, va a incrementar la tensión sobre las estructuras esqueléticas circundantes, disminuyendo el potencial de crecimiento anterior máxilo-mandibular (43), como se observa en la figura 7, donde queda en evidencia la interacción craneal-cervical-maxilar, y una modificación en la posición de la cabeza/cráneo, va a impactar directamente el patrón de crecimiento y desarrollo facial (23,27,44).

Dentro del análisis de Beni Solow, la posición de la cabeza se evalúa sobre la base del ángulo cráneo-cervical, que está formado por la base craneal anterior básica (NS), y la tangente de la apófisis odontoides (OPT) que pasa por el último punto del extremo inferior del cuerpo de la segunda vértebra cervical. La norma para esta variable es de 96 a 106 grados, un valor disminuido representa una rotación posterior del cráneo y un valor aumentado representa una rotación anterior del mismo (45).

Como parte de esta secuencia de estudios, en otra investigación Solow y Tallgren (46), analizaron las variables que definen la morfología craneofacial y la postura de la cabeza, mediante el recuento de 120 radiografías cefalométricas de sujetos entre las edades de 20 y 30 años, demostrando que la extensión de la cabeza en relación con la columna cervical (ángulo cráneo-

cervical aumentado) está relacionada con una altura facial anterior aumentada, una altura facial posterior disminuida, dimensiones cráneo-faciales sagitales reducidas, aumento de inclinación de la mandíbula en comparación con la base anterior craneal, retrognatismo, aumento del ángulo de la base craneal y reducción del espacio nasofaríngeo. Además, demostraron que cuando existe una flexión de la cabeza (reducción del ángulo cráneo-cervical), se presenta una reducción de la altura facial anterior, aumento de las dimensiones cráneo-faciales, disminución de la inclinación de la mandíbula, prognatismo, disminución del ángulo de la base del cráneo y aumento del espacio nasofaríngeo.

Figura 7. Relación entre el ángulo cráneo-vertebral y el crecimiento mandibular.



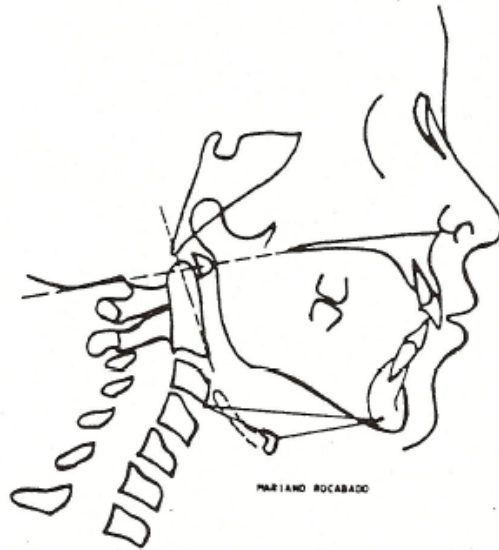
Nota: A: a menor ángulo, mayor crecimiento mandibular con rotación anterior. B: a mayor ángulo, menor crecimiento mandibular anterior, llegando en algunos casos, a una rotación posterior. Tomado de (4).

El triángulo hioideo mencionado anteriormente, también es utilizado para analizar la curvatura de la columna cervical, y con ello, el equilibrio o desequilibrio estructural.

3.2.2 Curvatura cervical y relación cráneo-vertebral normal

El hueso hioides en condiciones normales debe encontrarse por debajo del plano RGn-C3. Al formar el triángulo hioideo, el hioides debe encontrarse en una posición por debajo de la línea C3-RGn. Esto indica una participación positiva de las estructuras anatómicas anteriores a la columna cervical con una lordosis cervical normal(figura 8) (39).

Figura 8. *Lordosis cervical normal en relación cráneo-vertebral normal.*

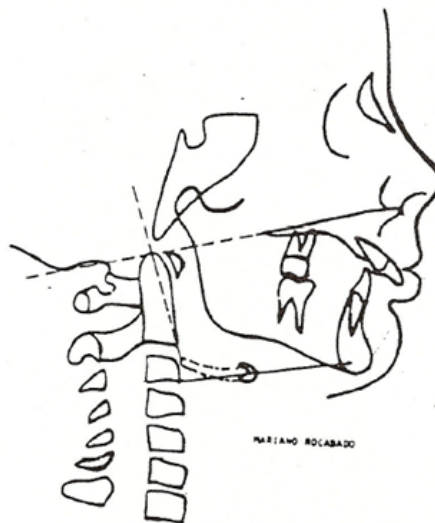


Tomado de (39).

3.2.3 Pérdida de la curvatura fisiológica: rectificación cervical

Cuando se produce una rectificación cervical, es posible mantener una relación cráneo vertebral normal, o puede ocurrir una rotación posterior craneal y formar un ángulo MGP-OP menor a 96 grados, con espacios OA menores a 4mm. Esto condicionará la posición del hioides, ubicándose sobre la misma línea del plano C3-RG (figura 9) (39).

Figura 9. *Posición del hioides cuando se pierde la lordosis cervical (39).*

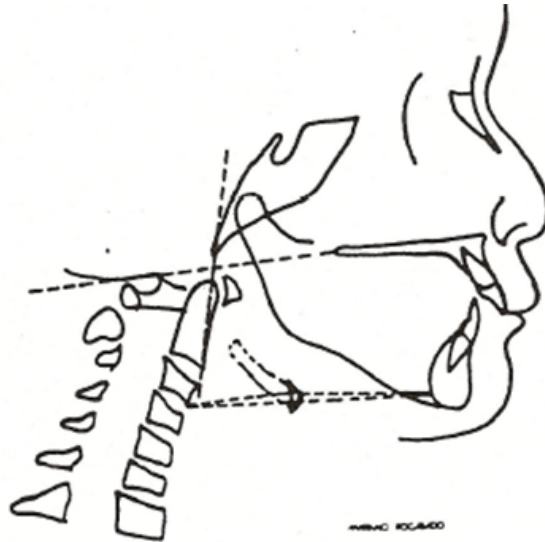


Tomado de (39).

3.2.4 Inversión de la curvatura fisiológica: cifosis cervical

Cuando se presenta la inversión de la curvatura es posible mantener una relación cráneo-cervical normal, o presentar un ángulo MGP-OP inferior a 96° . En este segundo panorama, el hueso hioides aparecerá encima del plano C3-RGn, a esto se le llama triángulo hioideo negativo (figura 10). Este evento provoca tensión ligamentosa/muscular en la parte posterior de la mandíbula con posibles retrocesos de esta (39).

Figura 10. *Columna cervical invertida.*



Tomado de (39).

Para llevar a cabo las mediciones que se han mencionado anteriormente, existen ayudas diagnósticas habituales en la práctica clínica de la especialidad de Ortodoncia, que se pueden utilizar para el diagnóstico postural del paciente y las diferentes variables implicadas: craneales, vertebrales, y maxilo-mandibulares. Dentro de estas ayudas diagnósticas se encuentra la radiografía lateral de cráneo para una vista sagital y la radiografía anteroposterior de boca abierta para una vista frontal.

3.3 Radiografía lateral de cráneo

Los protocolos para toma de estudios radiográficos es imprescindible, esto promueve mediciones acertadas, reproducibles y con aplicación científica, así mismo, permite al operador minimizar todos los posibles fallos a la hora de tomar la ayuda diagnóstica, generando una imagen radiográfica confiable y veraz para su adecuada interpretación(39).

3.3.1 Ubicación del paciente

Para registrar la posición normal de la cabeza y cuello del paciente en la radiografía lateral de cráneo, durante la toma es importante que se encuentre sentado o de pie, justo abajo del punto

central del cefalostato. Si la radiografía es tomada de pie, las condiciones entre los zapatos del paciente es que se encuentren nivelados entre sí y a 10 cm de distancia. Para evitar superposición de los hombros sobre las últimas vértebras cervicales y que esta condición pueda interrumpir el curso normal del estudio cráneo-cervical se debe colocar un peso en ambas manos del paciente entre 1 y 2 kilogramos dependiendo la edad del paciente (39)

3.3.2 Obtención de posición de reposo habitual

Se indica al paciente realizar una inspiración profunda acompañada de una exhalación suave, esta acción se repetirá hasta que el paciente adopte su posición habitual de reposo, donde no existen tensiones, ya que el peso sostenido por el mismo en sus manos, descenderán sus hombros (39).

3.3.3 Toma radiográfica

Cuando las condiciones para la toma de radiografía anteriormente descritas se cumplan, el operador debe posesionar las olivas en los conductos auditivos, intentando al máximo no producir movimientos forzados de la cabeza del paciente. Finalmente, se toma como referencia el plano de Frankfort del paciente para intentar ubicarlo paralelamente al suelo. En este momento el paciente está listo para la exposición a los rayos x (39).

3.4 Radiografía anteroposterior con boca abierta

Las alteraciones de la relación cráneo-cervical generan diferentes esquemas de sintomatología clínica, creando la necesidad de ayudas diagnósticas complementarias. La radiografía anteroposterior es una imagen de toma frontal/coronal a nivel craneal en el paciente. En esta radiografía se pueden analizar asimetrías craneales y maxilo-mandibulares de tipo vertical y lateral, se puede analizar la relación de los planos oclusales en los maxilares, la ubicación orbital, nasal, entre otros.

Esta radiografía se puede tomar con una variación en el protocolo, donde el paciente realiza apertura en el momento de la toma, y el descenso mandibular saca numerosas estructuras de la trayectoria del haz de rayos X y favorece la visualización de zonas que en condiciones de cierre presentarían superposición radiográfica donde la densidad del cuerpo mandibular, y tejidos dentales van a impedir su análisis (36,47).

Cuando se toma una radiografía anteroposterior con boca abierta, como se observa en la figura 11, se pueden observar: articulación atlanto-occipital, masas laterales y arco anterior del atlas (C1), apófisis odontoides articulando con el atlas (C1), facetas articulares y espacios inter-vertebrales, entre otros. Observar estas estructuras, permite determinar su simetría transversal, establecer el desarrollo equilibrado vertebral, la simetría en los espacios articulares, detectar posibles o inclinaciones y/o rotaciones vertebrales (47).

Figura 11. *Radiografía anteroposterior con boca abierta.*



Tomada de (36).

3.4.1 Protocolo de técnica clásica para la toma de radiografías anteroposterior con boca abierta.

3.4.1.1 Preparación del paciente.

Se explica en forma concisa y clara al paciente el procedimiento al cual será sometido, para su mejor cooperación; se retira cualquier elemento que porte en la cabeza o cuello que pudieran alterar la imagen obtenida, se protege al paciente con elementos plomados todas las zonas inconvenientes de ser irradiadas (47)

3.4.1.2 Procedimiento.

Se ubica al paciente de pie o sentado (dependiendo del protocolo para cada centro radiológico), con la línea media del cuerpo coincidente con el eje mayor del equipo radiográfico. Se solicita al paciente que abra su boca; en caso de ser necesario se puede colocar entre las arcadas un elemento radiolúcido, con el fin de mantener la boca abierta por el período necesario para hacer la toma (47).

3.4.1.3 Dirección del rayo central.

Se dirige a dos cms. por debajo del plano oclusal superior paralelo a este, en dirección al centro del equipo radiográfico (47).

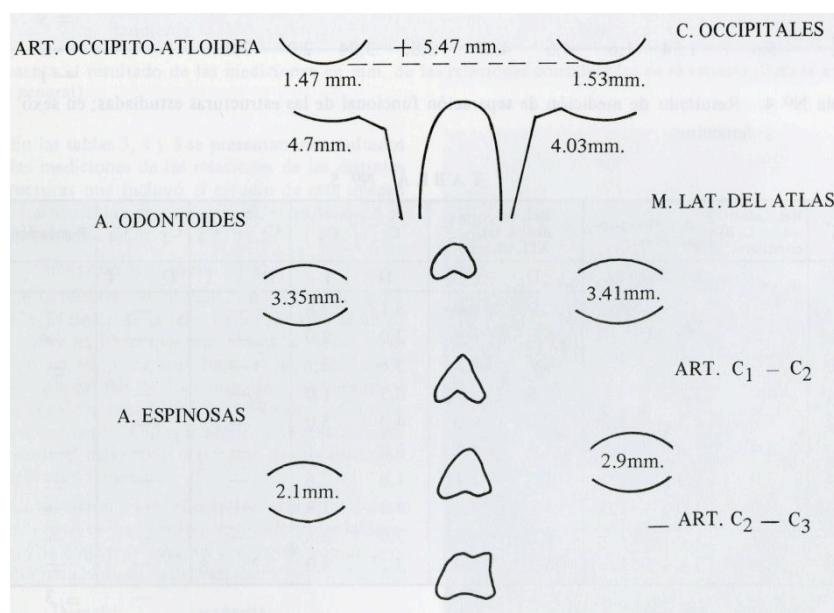
3.4.1.4 Inmovilización del paciente.

De ser necesario se procede a inmovilizar al paciente. Al momento de la exposición se hace que el paciente suspenda la respiración en estado de inspiración (47).

3.4.2. Análisis de la imagen radiográfica anteroposterior con boca abierta

La radiografía de boca abierta anteroposterior con boca abierta nos permite ver en un 100% de los casos, la articulación atlas axis (C1-C2) y la relación correspondiente a la odontoides y las masas laterales del atlas. En un 80% de los casos, podemos observar la relación odontoides con los cóndilos articulares del occipital, la articulación occipito-atloidea y la apófisis espinosa de C2, y en un menor porcentaje la articulación de C2 y C3. Observar estas estructuras permite realizar mediciones lineales comparativas para evaluar posibles asimetrías: en zonas densas (mediciones lineales vertebrales para su comparación bilateral), en zonas radiolúcidas (mediciones lineales de espacios articulares o espacios entre las vértebras, para determinar posibles inclinaciones y/o rotaciones vertebrales) (36) (Figura 12).

Figura 12. Diagrama para el análisis de radiografías anteroposterior con boca abierta de la articulación Cráneo-cervical alta.



Tomada de (36).

4. Materiales y métodos

4.1 Tipo de estudio

Se realizará un estudio observacional analítico de corte transversal, es clasificado así porque no se va a realizar ninguna intervención sobre la población. En el presente trabajo se evaluará la relación entre variables cefalométricas con diferentes mediciones anatómicas tomadas en la radiografía lateral de cráneo y anteroposterior con boca abierta. También se clasifica de corte transversal ya que el análisis de datos de las variables recopiladas se hará en un determinado momento en el tiempo sobre una población muestra (48).

4.2 Selección y descripción de la población

4.2.1 Población

La población está conformada por registros radiográficos anteroposteriores con boca abierta y radiografías laterales de cráneo tomadas a pacientes de un consultorio privado de Bucaramanga durante el periodo de octubre del 2015-octubre del 2019.

4.2.2 Muestra

La muestra está conformada por 172 radiografías que corresponden a 86 pacientes, conformado por un paquete que incluye una radiografía lateral de cráneo y una radiografía anteroposterior con boca abierta, obtenidas de pacientes de consultorio privado de la ciudad de Bucaramanga. El tamaño valido de la muestra fue definido con base a los estudios realizados por Solow y colaboradores(49) y Mariel y colaboradores(50) donde recomiendan muestras aproximadas de 100 radiografías.

4.2.3 Tipo de Muestro

Se realizará un muestreo no probabilístico por conveniencia dado que las imágenes radiográficas fueron suministradas por el consultorio de la doctora Victoria Eugenia Gutiérrez Navas.

4.3 Criterios de selección

4.3.1 Criterios de inclusión

A continuación se describen los criterios de inclusión del presente estudio:

- Radiografías laterales de cráneo y radiografías anteroposteriores digitales con boca abierta que fueron tomadas en un mismo centro radiológico con el mismo protocolo estandarizado de toma de radiografías durante el periodo de octubre del 2015 a octubre de 2019, a personas entre 20 y 64 años de edad.

4.3.2 Criterios de exclusión

A continuación se describen los criterios de exclusión del presente estudio:

- Radiografías laterales de cráneo y radiografías anteroposteriores con boca abierta digitales con deficiencia de nitidez que impidan la clara visualización de los puntos cefalométricos.
- Radiografías laterales de cráneo y radiografías anteroposteriores con boca abierta digitales en las que no se identifiquen plenamente de las cuatro primeras vértebras cervicales.

4.4 Variables (Apéndice A)

- Edad

Definición conceptual: periodo de tiempo transcurrido desde el nacimiento.

Definición operativa: edad en años reportada en la radiografía.

Naturaleza: cuantitativa.

Escala de medición: razón.

Valores que asume: 0- 100 años.

- Sexo

Definición conceptual: conjunto de las peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculino y femenino.

Definición operativa: sexo reportado en la radiografía.

Naturaleza: cualitativa.

Escala de medición: nominal

Valores que asume: femenino (0), masculino (1).

- Desviación mandibular

Definición conceptual: presencia de levognatismo o dextrognatismo.

Definición operativa: Desviación del punto ménton con respecto a un plano de referencia medial, tomada en la radiografía anteroposterior.

Naturaleza: cualitativa.

Escala de medición: nominal.

Valores que asume: sin desviación (0), dextrognatismo (1), levognatismo (2).

- Plano oclusal superior

Definición conceptual: paralelismo entre los planos oclusales dentales desde una vista frontal.

Definición operativa: paralelismo o inclinación del plano oclusal superior reportado en la historia clínica.

Naturaleza: cualitativa.

Escala de medición: nominal.

Valores que asume: paralelismo (0), elevación derecha (1), elevación izquierda (2).

- Plano vertebral

Definición conceptual: paralelismo entre los primeros planos articulares vertebrales.

Definición operativa: paralelismo o inclinación del plano articular de C1 con respecto al plano articular de C2 reportados en la historia clínica.

Naturaleza: cualitativa.

Escala de medición: nominal.

Valores que asume: paralelismo (0), elevación derecha (1), elevación izquierda (2).

- Simetría de espacio lateral C1 y C2

Definición conceptual: simetría de los espacios laterales de las primeras vértebras cervicales.

Definición operativa: presencia o ausencia de simetría en los espacios laterales entre la apófisis odontoides y la masa lateral de C1 reportados en la historia clínica.

Naturaleza: cualitativa.

Escala de medición: nominal.

Valores que asume: simétricos (0), disminuido derecho (1), disminuido izquierdo (2).

- Angulo ANB

Definición conceptual: relación sagital entre el maxilar y la mandíbula con un punto en común a nivel de base craneal.

Definición operativa: ángulo formado entre punto A – Nasion – punto B

Naturaleza: cuantitativa.

Escala de medición: razón.

Valores que asume: 2° grados.

- Angulación cráneo- vertebral

Definición conceptual: relación entre el cráneo y la columna cervical

Definición operativa: ángulo posterior inferior producido por la intersección del plano MGP y el plano OP.

Naturaleza: cuantitativa

Escala de medición: razón.

Valores que asume: 96° a 106°.

- Espacio sub-occipital

Definición conceptual: distancia entre el hueso occipital con la primera vértebra cervical.

Definición operativa: distancia en milímetros entre la base del hueso occipital con el arco posterior del atlas (primera vértebra cervical)

Naturaleza: cuantitativa

Escala de medición: razón.

Valores que asume: 4 a 9mm.

- Espacio inter-vertebral

Definición conceptual: distancia entre la primera y segunda vértebra cervical.

Definición operativa: distancia en milímetros entre la parte inferior del arco posterior del atlas con la parte superior del arco posterior del axis.

Naturaleza: cuantitativa.

Escala de medición: razón.

Valores que asume: 4 a 9mm.

- Curvatura cervical

Definición conceptual: es la curva fisiológica observada desde la primera hasta la séptima vértebra cervical.

Definición operativa: distancia en milímetros desde el borde posterior de C4 hasta un plano que va desde la parte posterior superior de la apófisis odontoides hasta la parte posterior inferior de C7.

Naturaleza: cuantitativa.

Escala de medición: razón.

Valores que asume: 8 a 12mm

- Triangulo hioideo

Definición conceptual: posición del hueso hioides con respecto a la curvatura fisiológica de la columna cervical

Definición operativa: distancia en milímetros trazada desde el plano formado por el borde anteroinferior de C3 con el borde más posterior de la sínfisis mentonera, hasta el parte más anterior y superior del hueso hioides.

Naturaleza: cuantitativa.

Escala de medición: razón.

Valores que asume: 0.16 a 9.44mm

- Posición sagital del hueso hioides en sector anterior

Definición conceptual: ubicación anteroposterior del hueso hioides con respecto al borde inferior mandibular.

Definición operativa: distancia en milímetros desde el punto Retrognation hasta el punto H.

Naturaleza: cuantitativa.

Escala de medición: razón.

Valores que asume: 31 a 42.66mm

- Angulación de la base craneal con una vertical verdadera

Definición conceptual: posición de la base craneal con relación a un plano vertical de referencia.

Definición operativa: medida en grados entre un plano que va desde silla hasta násion, con una línea vertical de referencia.

Naturaleza: cuantitativa.

Escala de medición: razón.

Valores que asume: 96.5° a 103.5°

- Angulación de la base craneal con las vértebras cervicales

Definición conceptual: posición de la base craneal con relación a las vértebras cervicales.

Definición operativa: medida en grados entre el plano de la base craneal (S-N), con un plano cervical que desde el borde posterior superior de C2 hasta el borde posterior inferior de C4.

Naturaleza: cuantitativa.

Escala de medición: razón.

Valores que asume: 93.4° a 108.6°.

5. Metodología

5.1 Instrumento

Se utilizará un formato previamente diseñado y probado por los investigadores del estudio en el cual se registrarán los datos obtenidos del análisis de todas las variables que serán medidas en el estudio. El objetivo de este instrumento es consignar los datos seleccionados en el cuadro de variables, sintetizando los resultados de la investigación, y favoreciendo la selección como un mecanismo recopilador de datos, dando validez a la información encontrada. Se muestra el instrumento a profundidad en el ejemplo 5 apartado sobre x, y z (Apéndice B).

5.2 Procedimiento

Las radiografías laterales de cráneo y anteroposteriores con boca abierta, se van a obtener de un consultorio odontológico situado en la calle 49 # 28-10, consultorio 508 donde previamente se solicitó autorización por parte de la Dra. VEGN. Estas radiografías pertenecen a las historias clínicas individuales de cada paciente, las cuales cuentan con el consentimiento informado de los mismos para el acceso a las ayudas diagnósticas con objetivos de investigación.

Se obtiene autorización para poder acceder a 172 radiografías laterales de cráneo y radiografías anteroposterior con boca abierta, las cuales fueron tomadas en un mismo centro radiológico y con el mismo protocolo para tomas de radiografías en posición natural de la cabeza.

Las mediciones se realizarán sobre radiografías laterales de cráneo y radiografías anteroposteriores con boca abierta tomadas de un consultorio privado de Bucaramanga, con correlómetros y reglas cefalométricas de la misma casa comercial. Estas mediciones serán tomadas por el investigador que tenga mayor acuerdo con respecto al gold estándar obtenido en el proceso de calibración por parte del equipo investigador.

Para reducir los posibles sesgos del estudio, las radiografías seleccionadas pertenecen a un solo centro radiológico, en donde cuentan con un protocolo que rige las condiciones de toma unificada e impresión de cada ayuda diagnóstica. Así mismo, dentro de los criterios de exclusión se encuentran aquellas radiografías que no cuenten con nitidez imagenológica. El protocolo utilizado por el Centro Radiológico de elección en el consultorio particular escogido para la muestra, se basan en los artículos de Beni Solow reportados en el año 1971, Cooke y Lundstrom (51-53).

Por otra parte, con el objetivo de reducir posibles sesgos durante la medición de las diferentes variables escogidas, se va a realizar una calibración inter e intra-examinador, donde el investigador con mayor puntuación será el encargado de tomar cada medida radiográfica hasta completar todo el instrumento de evaluación.

Una vez realizada la calibración, de acuerdo con la puntuación obtenida se determinarán los investigadores a cargo de las mediciones anatómicas en las radiografías objeto de estudio, con ayuda de un negatoscopio. Las mediciones se llevarán a cabo durante 7 sesiones, los lunes en el horario de 8:00 a.m. a 11:00 a.m., utilizando siempre el mismo negatoscopio, correlómetro marca Ortho Organizers y reglas de cefalometría durante los meses de septiembre y octubre del 2021.

Los datos resultantes serán digitados en el instrumento diseñado para tal fin.

5.2.1 Calibración

Se realizará calibración entre tres investigadores, el experto – director de trabajo de investigación (gold estándar o patrón de oro) (MPV) y los 2 investigadores (AZ, PL), quienes medirán tres radiografías laterales de cráneo y tres radiografías anteroposteriores con boca abierta cada uno. Los resultados obtenidos por los dos investigadores serán comparados con los resultados del experto mediante coeficiente de correlación intraclase (ICC), el cual cuantificará la reproducibilidad de las mediciones asociadas a las variables cuantitativas del presente estudio. Se utilizará la escala de Landis y Koch para determinar el grado de reproducibilidad (Tabla 1), tomando como valor aceptable un resultado mayor a 0,61 (36).

Tabla 3. *Valor escala grado de concordancia de Landis y Koch*

VALOR	GRADO DE ACUERDO
0	Pobre
0,01 – 0,20	Leve
0,21 – 0,40	Regular
0,41 – 0,60	Moderado
0,61 – 0,80	Substancial
0,81 – 1,00	Casi Perfecto

Nota: Se elegirá para la realización del proceso de medición el miembro del equipo que tenga mayor concordancia con respecto al Gold Standard

5.2.2 Prueba piloto

Se realizará prueba piloto con 16 radiografías (8 radiografías lateral de cráneo y 8 radiografías anteroposterior con boca abierta), que corresponde aproximadamente al 10% el total de la muestra del estudio. La medición de cada radiografía se llevará a cabo en el mismo lugar, con las mismas condiciones de iluminación y el mismo correlómetro y regla de medición cefalométrica. Así mismo, las medidas serán tomadas por el investigador con mejor puntuación o mayor concordancia con respecto al gold standard como resultado de la calibración. El total de mediciones para la prueba piloto se llevará a cabo en una sesión de 4 horas, con su respectivo registro en el instrumento de recolección de datos, que permitirá su análisis posterior.

Por medio de los resultados encontrados en esta prueba piloto, se harán las respectivas correcciones al instrumento de recolección de datos (a necesidad), se analizarán posibles sesgos por redundancia topográfica de variables, para favorecer cambios necesarios que permitan un diseño metodológico favorable durante la toma de muestra final.

6. Análisis estadístico

6.1 Procesamiento de la información

La información se debe digitar por duplicado en dos bases de datos creadas en Excel, formato que permita su posterior validación en el software Epidata 3,1 donde se llevarán a cabo correcciones pertinentes para el instrumento, asegurando su efectividad para la toma de muestra final.

Después de validar la información, se debe exportar al paquete estadístico Stata I/C versión 14,0. En este programa se establecen los valores y rangos de normalidad para cada variable, según la evidencia científica encontrada en artículos de soporte. A continuación, se presentan los valores de normalidad tomados de artículos científicos.

Tabla.4. *Valores y rangos de normalidad para cada variable*

Variable	Disminuido	Norma	Aumentado
Ángulo ANB	<2	2	>2
Angulación cráneo-vertebral	<96°	96-106°	>106°
Espacio sub-occipital	<4mm	4-9mm	>9mm
Espacio inter-vertebral	<4mm	4-9mm	>9mm
Curvatura cervical	<8mm	8-12mm	>12mm
Triángulo Hioideo	<0.16mm	0.16-9.44mm	>9.44mm
Posición sagital del hioides en sector anterior	<31mm	31-42.66mm	>42.66mm
Angulación de la base craneal con una vertical verdadera	<96,5°	96.5-103.5°	>103.5°
Angulación de la base craneal con las vértebras cervicales	<93.4°	93.4-108.6°	>108.6°

Adaptado de (23,39,40,54).

6.2 Análisis estadístico

Se realizará un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas, simetría de espacios articulares inter-vertebrales en radiografía lateral y antero-posterior. Las variables continuas fueron descritas como medianas acompañadas del primer y tercer cuartil, dado que no presentaron una distribución normal según las pruebas estadísticas de Shapiro Wilk y la prueba Sktest; mientras que las variables nominales politómicas fueron descritas como frecuencias absolutas y relativas.

Adicionalmente, se llevara a cabo un análisis bivariado tiene como objetivo determinar la relación entre las variables esqueléticas maxilo-mandibulares con diferentes variables cervicales desde una vista frontal y latera. Así mismo, caracterizar la población de estudio con respecto a edad y sexo, verificando la existencia de diferencias. Lo anterior se realizará a través de prueba t student o U de Mann-Whitney para las variables continuas según la distribución; mientras que en caso de las variables categóricas se empleara prueba de Ji cuadrado o prueba una exacta de Fisher. Así mismo se realizaron una prueba de correlación Spearman o Pearson según la normalidad o no de la variable con el fin de relacionar los diferentes diámetros. Se considerara significativo un valor p inferior a 0,05. Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas a dos colas. Los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico STATA, versión 14.0

Las medidas y sus coeficientes de correlación, se van a interpretar según los datos que ofrece el estudio. A continuación se presentan los datos del artículo científico de soporte, que permiten analizar el coeficiente de correlación y su interpretación para cada caso:

Tabla. 5. *Valores del tamaño de correlación e interpretación de los mismos*

Tamaño de correlación	Interpretación del valor
0,90 a 1,00 (-0,90 a -1,00)	Correlación positiva (negativa) muy alta
0,70 a 0,90 (-0,70 a -0,90)	Correlación positiva (negativa) alta
0,50 a 0,70 (-0,50 a -0,70)	Correlación positiva (negativa) moderada
0,30 a 0,50 (-0,30 a -0,50)	Baja correlación positiva (negativa)
0,00 a 0,30 (0,00 a -0,30)	Correlación insignificante

Tomado de (55).

7. Consideraciones éticas

El presente estudio se clasifica como una investigación sin riesgo para los seres humanos de acuerdo con la resolución 8430 de 1933 del Ministerio de Salud de la República de Colombia, ya que se trata de un análisis de radiografías laterales de cráneo y anteroposteriores con boca abierta digitales impresas, que fueron tomadas con anterioridad y suministradas por un consultorio odontológico particular.

Consideraciones bioéticas según los 4 principios básicos:

- Autonomía: este proyecto propone tratar a los individuos teniendo en cuenta su autonomía y acción bajo la dirección de sus propias decisiones. Por este motivo, se verificó previamente que todas las radiografía que conforman la muestra, cuenten con la firma de consentimiento informado por parte de cada paciente. Lo anterior, con el objetivo de asegurar su consentimiento para la utilización de ayudas diagnósticas radiográficas con fines académicos y de investigación.
- Beneficencia: este proyecto actúa en beneficio de los demás, promoviendo su bienestar en ámbitos públicos y privados. La investigación favorece diferentes áreas del conocimiento y fortalece las bases científicas que promueven el diagnóstico y tratamiento en la especialidad de Ortodoncia.
- No-maleficencia: esta investigación no produce daño alguno, no involucra dolor y/o sufrimiento y cumple con la obligación en el ámbito público de prevención para el dolor y la enfermedad.
- Justicia: el presente estudio cuenta con un actuar bajo fundamentos éticos, conforme a principios de carácter público y legislativo.

En este proyecto, sus investigadores y directrices a cargo, declaran que no existe conflicto de interés (56).

Este proyecto se acoge a la ley 1581 de 2012 por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. Por medio del consentimiento informado presente en la historia clínica de cada uno de los pacientes, estos mismos, de manera autónoma autorizan el uso académico y e investigativo de sus estudios radiográficos. En el desarrollo, interpretación y

aplicación de esta ley, se aplicarán los principios de legalidad en materia de tratamiento de datos, principio de finalidad, libertad y veracidad; de esta forma los investigadores garantizan la transparencia de datos y resultados encontrados a lo largo del proyecto, donde no existirá ningún tipo de manipulación o ejercicios personales que atenten contra las finalidades constitucionales.

Por otra parte, el acceso a las ayudas diagnósticas solo podrá llevarse a cabo por los investigadores a cargo de esta investigación, los datos personales no quedarán a disposición libre del público y cualquier persona que desee acceder a ellos, deberá cumplir con el protocolo para solicitar el permiso pertinente.

En el apéndice E se presenta una copia del consentimiento informado, firmado por los pacientes en el momento de la autorización para el uso de estas imágenes diagnósticas con fines de investigación. Estas consideraciones éticas y el consentimiento informado, tiene en cuenta la edad propia de la muestra, donde no se incluyen menores de edad.

8. Resultados

8.1 Análisis descriptivo

Se realizó un estudio cefalométrico en el que se utilizaron 136 radiografías correspondientes a 68 pacientes (68 radiografías laterales de cráneo y 68 radiografías postero anterior con boca abierta) de edades entre los 13 y 64 años, tomadas en un mismo centro radiológico.

Podemos observar que, en cuanto a las variables sociodemográficas, la prueba de normalidad señala que la mediana es la medida más robusta para la variable edad, siendo esta cercana a los 30 años (29,5) y con un promedio de edad de 32,2 años. A su vez, se dividió la edad en 3 grupos siendo el grupo entre los 20 a 39 años el más frecuente. Por otra parte, el sexo femenino fue el más representado en la muestra con un 61,8%(n=42) del total. (tabla 6)

Tabla 6. Variables Sociodemográficas n=68

Variable	Mediana	RI	Valor mínimo y máximo
*Edad	29,5	22 a 42.7	13 y 64
Variable	Categorías	Frecuencia Absoluta	Porcentaje
Sexo	Femenino	42	61.8%
	Masculino	26	38.2%
Grupos de Edad en años	13 a 19	12	17.6%
	20 a 39	37	54.4%
	>40	19	27.9%

Nota: Aclaraciones; RI: Rango intercuartílico; *Prueba de normalidad de Shapiro Wilk fue significativa $p < 0.05$.

En cuanto a las variables cuantitativas, podemos observar que los promedios y la mediana son muy similares para cada una de las variables. En la tabla 7 podemos observar que el promedio de las variables angulación cráneo vertebral, espacio suboccipital, espacio intervertebral, triángulo hioideo, posición sagital del hioides se encuentran dentro de los valores de normalidad que se asumen dentro de nuestra investigación desde el punto de vista clínico. Para la variable ANB el valor promedio es mayor respecto a los parámetros normales y las variables angulación de la base craneal con una vertical verdadera y con las vértebras cervicales muestran un valor promedio menor a los valores asumidos.

Tabla 7. Variables Cuantitativas sobre las medidas realizadas en radiografías de cráneo n=68

Variable	Promedio	DE	Mediana	RI (Q1-Q3)	Valor mínimo	Valor máximo
Angulación cráneo vertebral en grados	103.8	7.6	104.5	100 a 109	81	120
*Espacio suboccipital en mm	5.3	2.4	5	4 a 7	0	15
*Espacio intervertebral en mm	4.5	2.4	4	3 a 6	1	15
*Angulo ANB en grados	3.3	3.5	4	1 a 5.7	-6	12
*Triángulo Hioideo en mm	4.7	7.4	4	1 a 8.7	-13	22
*Posición sagital del Hioides en mm	37.2	6.4	38.5	33 a 42	18	53
Angulación de la base craneal con una vertical verdadera en grados	92.7	7.9	94.5	85 a 100	80	109
Angulación de la base craneal con las vértebras cervicales en grados	77.2	6.9	76	73 a 81	60	96

Nota: Aclaraciones; mm: milímetros, ANB: Ángulo formado entre punto A – Nasion – punto B, RI: Rango intercuartílico, DE: Desviación estándar. *Prueba de normalidad de Shapiro Wilk fue significativa $p < 0.05$.

En la tabla 8 podemos observar los porcentajes de frecuencia para cada una de las variables cervicales, posturales y de discrepancia maxilo-mandibulares. Para la variable angulación cráneo-vertebral, el mayor porcentaje de pacientes (42,6%, n=29) presentan una angulación por encima de 106°. Así mismo se encontró que para las variables plano oclusal y plano vertebral, un alto porcentaje de pacientes (47,1%(n=32) y 50,0%(n=34) respectivamente) presentaron elevación a la derecha. Además, la tabla nos indica que el 47,1%(n=32) de los pacientes presentaron una desviación mandibular a la derecha y un 32,4%(n=22) desviación hacia la izquierda. En cuanto a la simetría de espacio lateral cervical1 y cervical2, el 41,2%(n=28) de los pacientes presentan una disminución del lado derecho. Por otra parte 61,8% de los pacientes del estudio presentaron un ANB mayor a 2°(n=42). Con respecto a la angulación de la base de cráneo con una vertical

verdadera y con vértebras cervicales, un alto porcentaje de pacientes (63,2%(n=43) y 97,1%(n=66) respectivamente) se encontraban por debajo de los valores normales para estas variables.

8.2 Análisis bivariado

En la tabla 9 podemos observar que en todos los grupos de edades se evidenció más de un 40% de los pacientes con valores aumentados respecto a la angulación cráneo-vertebral. Para la variable triángulo hioideo se evidencia que para que los diferentes grupos de edades los mayores porcentajes se encontraron dentro del valor normal asumido para esta variable. Así mismo se encontró que en todos los grupos de edades más del 90% de los pacientes presentaron un valor disminuido de la angulación de la base de cráneo con las vértebras cervicales.

Tabla 8. Categorías sobre las medidas realizadas en radiografías de cráneo n=68

Variable	Categorías	Total	
		Frecuencia Absoluta	Porcentaje
Angulación cráneo vertebral en grados	<96	12	17.6%
	96-106	27	39.7%
	>106	29	42.6%
Espacio suboccipital en mm	<4	13	19.1%
	4 a 9	53	77.9%
	>9	2	2.9%
Espacio Intervertebral en mm	<4	25	36.8%
	4 a 9	41	60.3%
	>9	2	2.9%
Desviación Mandibular	Sin desviación	14	20.6%
	Desviación a la Derecha	32	47.1%
	Desviación a la Izquierda	22	32.4%
Plano Oclusal Superior	Paralelismo	13	19.1%
	Elevación Derecha	32	47.1%
	Elevación Izquierda	23	33.8%
Plano Vertebral	Paralelismo	10	14.7%

Variable	Categorías	Total	
		Frecuencia Absoluta	Porcentaje
Simetría de espacio lateral Cervical1 y Cervical2	Elevación Derecha	34	50.0%
	Elevación Izquierda	24	35.3%
	Simétrico	20	29.4%
	Disminuido Derecho	28	41.2%
	Disminuido Izquierdo	20	29.4%
ANB en grados	<2	19	27.9%
	2	7	10.3%
	>2	42	61.8%
Triángulo Hioideo en mm	<0.16	16	23.5%
	0.16-9.44	36	52.9%
	>9.44	16	23.5%
Posición sagital del Hioides en mm	<31	9	13.2%
	31-42.66	43	63.2%
	>42.66	16	23.5%
Angulación de la base craneal con una vertical verdadera	<96.5	43	63.2%
	96.5-103.5	20	29.4%
	>103.5	5	7.4%
Angulación de la base craneal con vértebras cervicales	<93.4	66	97.1%
	93.4-108.6	2	2.9%
	>108.6	0	0.0%

Nota: Aclaraciones; mm: milímetros. ANB: Ángulo formado entre punto A – Nasion – punto B.

Tabla 9. Variables cervicales de acuerdo a la edad

Variables cervicales de acuerdo a la edad					
Angulación cráneo-vertebral					
Edad	Todos %(n)	<96	96-106	>106	Valor de p
13 a 19	100 (12)	41.67 (5)	16.67 (2)	41.67 (5)	0.146*
20 a 39	100 (37)	10.81 (4)	48.65 (18)	40.54 (15)	
>40	100 (19)	15.79 (3)	36.84 (7)	47.37 (9)	
Triángulo Hioideo					
Edad	Todos %(n)	<0.16	0.16-9.44	>9.44	
13 a 19	100 (12)	16.67 (2)	58.33 (7)	25.00 (3)	0.203*
20 a 39	100 (37)	29.73 (11)	56.76 (21)	13.51(5)	
>40	100 (19)	15.79 (3)	42.11 (8)	42.11 (8)	
Angulación de la base craneal con las vértebras cervicales					
Edad	Todos %(n)	<93.4	93.4-108.6	>108.6	
13 a 19	100 (12)	91.67 (11)	8.33 (1)	0 (0)	0.391*
20 a 39	100 (37)	97.30 (36)	2.70 (1)	0 (0)	
>40	100 (19)	100 (19)	0 (0)	0 (0)	

*Prueba exacta de Fischer para comparar dos variables categóricas.

En cuanto a las variables cervicales de acuerdo con el sexo podemos observar en la tabla 10 que un alto porcentaje de hombres (46,15%(n=12)) presentan una angulación cráneo-vertebral aumentada. Con relación a la variable triangulo hioideo, un alto porcentaje tanto de hombres (61,54%(n=16)) como de mujeres (47,62%(n=20)) presentan valores normales para esta variable, a diferencia de la variable angulación de la base craneal en donde el 100% de las mujeres(n=42) y más del 90%(n=24) de los hombres presentaron valores por debajo del normal asumido para este estudio.

Tabla 10. *Variables cervicales de acuerdo al sexo*

Variables cervicales de acuerdo al sexo					
Angulación cráneo-vertebral					
Sexo	Todos %(n)	<96	96-106	>106	Valor de p
Femenino	100 (42)	19.05 (8)	40.48 (17)	40.48 (17)	0.898*
Masculino	100 (26)	15.38 (4)	38.46 (10)	46.15 (12)	
Triangulo Hioideo					
Sexo	Todos %(n)	<0.16	0.16-9.44	>9.44	
Femenino	100 (42)	33.33 (14)	47.62 (20)	19.05 (8)	0.045*
Masculino	100 (26)	7.69 (2)	61.54 (16)	30.77 (8)	
Angulación de la base craneal con las vértebras cervicales					
Sexo	Todos %(n)	<93.4	93.4-108.6	>108.6	
Femenino	100 (42)	100 (42)	0 (0)	0 (0)	0.140*
Masculino	100 (26)	92.31 (24)	7.69 (2)	0 (0)	

*Prueba exacta de Fischer para comparar dos variables categóricas.

En la tabla 11 podemos observar que del total los pacientes que no presentan desviación mandibular el 42,86%(n=6) no presento asimetría del espacio lateral C1 y C2 y el 50%(n=7) presento paralelismo del plano vertebral. Así mismo aquellos pacientes que presentaron una desviación mandibular a la derecha mostraron en un alto porcentaje una disminución derecha del espacio lateral de C1 y C2 (46,88%(n=15)) y una elevación derecha del plano vertebral (59,38%(m=19)).

Tabla 11. *Variables cervicales desde una vista frontal*

Variables cervicales desde una vista frontal					
Simetría de espacio lateral C1 y C2					
Desviación Mandibular	Todos %(n)	Simétrico	Disminuido Derecho	Disminuido Izquierdo	Valor de p
Sin Desviación	100 (14)	42.86 (6)	28.57 (4)	28.57 (4)	0.381*
Desviación a la derecha	100 (32)	31.25 (10)	46.88 (15)	21.88 (7)	
Desviación a la Izquierda	100 (22)	18.18 (4)	40.91 (9)	40.91 (9)	

<i>Variables cervicales desde una vista frontal</i>					
Plano vertebral					
Desviación Mandibular	Todos %(n)	Paralelismo	Elevación Derecha	Elevación Izquierda	
Sin Desviación	100 (14)	50(7)	21.43 (3)	28.57 (4)	0.005*
Desviación a la derecha	100 (32)	6.25 (2)	59.38 (19)	34.38(11)	
Desviación a la Izquierda	100 (22)	4.55(1)	54.55 (12)	40.91 (9)	

Nota: Aclaraciones, C1= Vertebra cervical 1 C2= Vertebra cervical 2. *Prueba exacta de Fischer para comparar dos variables categóricas.

A nivel de la discrepancia maxilo-mandibular, los pacientes con un ángulo ANB disminuido presentaron en un alto porcentaje una angulación cráneo-vertebral aumentada (63,16%(n=12)). Para los pacientes con un ángulo ANB de 2°, más del 50%(n=4) presento una angulación cráneo-vertebral dentro de la norma. Así mismo se evidenció que independientemente del valor del ángulo ANB, un alto porcentaje de los pacientes presentaron un espacio suboccipital y una distancia al triangulo hioideo normal. No obstante, no existieron diferencias significativas al comparar el ángulo ANB con las demás variables (tabla 12).

Los resultados con relación al análisis de variables posturales con la simetría de los espacios articulares vertebrales no mostraron una diferencia estadística significativa, los pacientes con simetría de espacio lateral C1 y C2 y con espacio izquierdo disminuido mostraron un mayor porcentaje un ángulo cráneo-vertebral aumentado (55%(n=11) y 50%(n=10) respectivamente) y los pacientes con espacio derecho disminuido tuvieron en un mayor porcentaje (57,14%(n=16)) valores normales.

Al correlacionar las variables de angulación cráneo-vertebral y plano vertebral, observamos que existe una similitud en el porcentaje de pacientes con paralelismo del plano vertebral y valor normal o aumentado del ángulo cráneo-vertebral (40%(n=4)). En pacientes con elevación derecha del plano vertebral, el 47,06%(n=16) presentaron un ángulo cráneo vertebral aumentado y en aquellos con un plano vertebral con elevación izquierda, el 41,67%(n=10) presento un ángulo cráneo-vertebral normal.

Tabla 12. *Variables cervicales desde una vista lateral*

<i>Variables cervicales desde una vista lateral</i>					
Angulación cráneo-vertebral					
Ángulo ANB	Todos %(n)	<96	96-106	>106	Valor de p
<2	100 (19)	15.79 (3)	21.05 (4)	63.16 (12)	0.244*

2	100 (7)	14.29 (1)	57.14 (4)	28.57 (2)	
>2	100 (42)	19.05 (8)	45.24 (19)	35.71 (15)	
Espacio suboccipital					
Ángulo ANB	Todos %(n)	<4	4 a 9	>9	
<2	100 (19)	15.79 (3)	84.21 (16)	0 (0)	0.923*
2	100 (7)	14.29 (1)	85.71 (6)	0 (0)	
>2	100 (42)	21.43 (9)	73.81 (31)	4.76 (2)	
Triángulo Hioideo					
Ángulo ANB	Todos %(n)	<0.16	0.16-9.44	>9.44	
<2	100 (19)	15.79 (3)	63.16 (12)	21.05 (4)	0.805*
2	100 (7)	28.57 (2)	57.14 (4)	14.29 (1)	
>2	100 (42)	26.19 (11)	47.62 (20)	26.19 (11)	

Aclaraciones; ANB: Ángulo formado entre punto A – Nasion – punto B; *Prueba exacta de Fischer para comparar dos variables categóricas.

Tabla 13. *Simetría de espacios articulares de acuerdo con variables posturales*

Angulación cráneo-vertebral					
Simetría de espacio lateral C1 y C2	Todos %(n)	<96	96-106	>106	Valor de p
Simétrico	100 (20)	20(4)	25 (5)	55 (11)	0.178*
Disminuido Derecho	100 (28)	14.29 (4)	57.14 (16)	28.57(8)	
Disminuido Izquierdo	100 (20)	20 (4)	30 (6)	50 (10)	
Angulación cráneo-vertebral					
Plano vertebral	Todos %(n)	<96	96-106	>106	
Paralelismo	100 (10)	20 (2)	40 (4)	40 (4)	0.940*
Elevación Derecha	100 (34)	14.71 (5)	38.24 (13)	47.06 (16)	
Elevación Izquierda	100 (24)	20.83(5)	41.67 (10)	37.50 (9)	

*Prueba exacta de Fischer para comparar dos variables categóricas.

Al realizar en análisis de la tabla 14 podemos observar que existe una correlación débil e inversa entre la edad y Angulación de la base craneal con las vértebras cervicales sin ser estadísticamente significativo. Además, a mayor valor del ángulo ANB podría ser menor la angulación cráneo-vertebral, triángulo Hioideo y espacio suboccipital, sin ser estadísticamente significativa. Lo anterior podría ser por el bajo de radiografías analizadas en el estudio lo cual se podría representar en una falta de poder de análisis estadístico dentro de la investigación.

Tabla 14. *Correlaciones Pearson*

VARIABLES	Edad	P valor*	Ángulo ANB	P valor*
	ρ		ρ	
Angulación de la base craneal con las vértebras cervicales	-0.23	0.057*		
Angulación cráneo-vertebral	0.07	0.598*	-0.04	0.778*
Triángulo Hioideo	0.13	0.287*	-0.05	0.689*
Espacio suboccipital			-0.01	0.969*

* Valor de p para el Índice de correlación de Pearson; ρ : Coeficiente de correlación de Pearson.

9. Discusión

El estudio integral de la forma y función cráneo-facial como parte de la terapéutica ortodóncica, se ha convertido en un centro clave de investigación. Observar y diagnosticar al paciente como un sistema integrado, es fundamental a la hora de hablar de prácticas basadas en evidencia. Es por esto, que numerosos autores han dirigido sus esfuerzos hacia una investigación de la fisiología propia del sistema estomatognático, estableciendo un fundamento científico que provea la aproximación segura a este esquema integrado.

En el presente estudio, se llevó a cabo una evaluación de la relación entre los diámetros anatómicos y medidas angulares de las variables esqueléticas maxilo-mandibulares con diferentes variables cervicales. Todo lo anterior, en radiografías laterales de cráneo y anteroposteriores con boca abierta de pacientes entre los 13 y los 64 años de edad.

La variable considerada de mayor relevancia para este objetivo general, fue la angulación cráneo-vertebral, que permite representar la posición de la cabeza (la cual puede encontrarse en rotación anterior o posterior), la compensación de espacios sub-occipitales (los cuales se pueden encontrar aumentados o disminuidos), la curvatura cervical que actúa como medio amortizador de cargas (se puede encontrar como rectificación, lordosis, cifosis), y la posición vertical/sagital del hueso hioides (reflejo funcional muscular-ligamentoso y fascial) (9, 46, 53).

Como parte de esta caracterización, en el estudio se encontró un promedio de angulación cráneo-vertebral de 103.8° con una desviación estándar de 7.6°, esta media aritmética hace parte del rango de normalidad reportado por Rocabado en 1983 (9). Por lo tanto, al analizar la variable

cervical de mayor relevancia, en promedio los valores se encontraron dentro del rango de normalidad.

Sin embargo, el análisis por categorías relevó que solo 39.7% de la muestra presentaba este ángulo en norma, mientras el mayor porcentaje (42.6%) presentaba este ángulo aumentado y un porcentaje menor (17.6%) presentaba este ángulo disminuido. Este reporte se debe analizar en conjunto con la caracterización que se llevó a cabo para las discrepancias esqueléticas, donde el porcentaje más elevado angulación cráneo-vertebral aumentada (flexión de la cabeza), fue encontrado para los pacientes de clase III. Estudios previos, han reportado el impacto de estas discrepancias esqueléticas con las condiciones posturales consideradas adaptativas o compensatorias (28, 57, 58, 59, 60).

Este resultado representa múltiples compensaciones posturales que pueden ocurrir en un rango muy amplio de edad, sin embargo, es un porcentaje de angulación cráneo-vertebral que no mostró una relación estadísticamente significativa ($P=0.146$) con respecto a los rangos de edad elegidos, por lo tanto, son valores que no están sujetos a variaciones según edad del paciente.

En un estudio realizado por Moreno y col. (17), que utilizó como muestra: radiografías laterales de cráneo de un centro radiológico en la ciudad de Bucaramanga, se encontró en promedio una angulación cráneo-vertebral de 96.51° con una desviación estándar de 7.26° , resultados cercanos a los encontrados en el estudio actual, aun cuando las dos investigaciones difieren del rango de edad seleccionado, esto resalta que es un valor angular que no se encuentra sujeto a la edad.

En la investigación actual, se establecieron tres objetivos específicos dentro de los cuales se encontraba como primer enfoque: la caracterización de población estudio con respecto a edad y sexo, verificando diferencias con las variables cervicales seleccionadas. Este primer objetivo se escogió tomando en cuenta resultados literarios donde se reportan relaciones importantes entre la edad y el sexo, con enfoques analíticos cráneo-cervicales. Un ejemplo claro de ello es el estudio mencionado anteriormente, realizado en la Universidad Santo Tomás en el año 2020 por Moreno y col. (17), donde se encontró en una muestra de 132 radiografías laterales de cráneo, un promedio de angulación cráneo-vertebral de 91.51° (D.E. 7.85°) para el sexo femenino y 101.52° (D.E. 6.68°) para el sexo masculino con una diferencia estadísticamente significativa (valor de $P=0.0004$).

En la presente investigación, el sexo femenino fue el más representativo del total de la muestra, para este grupo, el menor porcentaje (19.05%) presentó valores cráneo-vertebrales disminuidos, mientras un resultado porcentual equivalente al 40.48% y 40.48% se encontraban en norma y aumentados. Por otra parte, en el grupo de sexo masculino, el mayor porcentaje (46.15%) presentó una angulación cráneo-vertebral aumentada. Los resultados anteriores no presentaron diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con el sexo (valor de $P=0.898$).

En términos de media aritmética, Moreno y col. (17), encontraron un mayor porcentaje de pacientes con angulación cráneo-vertebral en norma (55.81%) en comparación con el estudio actual, sin embargo, un resultado en común con este estudio es el elevado porcentaje de disminución del ángulo de base craneal con respecto a vértebras cervicales (91.47%). El análisis de esta variable categórica en nuestro estudio reveló que el 100% del sexo femenino y más del 90% del sexo masculino, reportó valores inferiores a la norma para esta angulación de la base

craneal con un referente cervical. Esta disminución en angulación ha sido mencionada a su vez, por autores como Solow y Tallgren (46), quienes reportan que una disminución en la angulación de base craneal sugiere tendencias a rectificación o cifosis cervical.

Con respecto a las variables que representan las dimensiones sub-occipitales, Aldana P, y col. (58), encontraron en un estudio del año 2011 que estas distancias tienen una asociación con el sexo (-0.28 con un valor de $P=0.00$), siendo superiores desde C0 hasta C1 para las mujeres. Contrario a esto, García y col. (61), en su estudio realizado para jóvenes de 10 a 16 años, encontraron diferencias para este espacio sub-occipital, siendo mayor en hombres en comparación con mujeres, resultado concordante con Moreno M y col. (17), encontrando que las distancias sub-occipitales son de dimensiones mayores para el sexo masculino, con una diferencia estadísticamente significativa para el espacio inter-vertebral (valor de $P = 0.0001$).

En el estudio actual, se encontraron espacios sub-occipitales e inter-vertebrales normales en un 77.9% y 60.3%, respectivamente y se encontraron disminuidos en un 19.1% y 36.8%, respectivamente. En el estudio de Moreno y col. (17), reportaron disminución de espacio sub-occipital e inter-vertebral en un 34.88% y 70.54% de la muestra, respectivamente. Estas diferencias se pueden atribuir a los porcentajes de angulación cráneo-vertebral encontrados en cada uno de los dos estudios, siendo en promedio menor para la investigación de Moreno y col (91.51°). Lo anterior ocurre en consistencia a la evidencia disponible donde la presencia de rotación posterior craneal, se asocia a reducción secundaria del espacio entre las primeras vértebras cervicales (39), y en la investigación actual, el promedio de angulación cráneo-vertebral fue de 103.8° .

Por otra parte, el análisis con respecto a edad mostró que la angulación cráneo-vertebral del grupo entre 13 a 19 años, se encontró reducida en un 41.6%, condición que revela una rotación posterior craneal. por otra parte, en el grupo de edad de 20 a 39 años, un 48.6% se encontraba entre 96 y 106° (valores considerados en norma), y del total de personas con más de 40 años, un 47.3% tenía valores superiores a los 106° . En congruencia a lo anterior, Moreno y col. (17), encontraron un bajo porcentaje de pacientes con rotación anterior craneal, por tanto, sugieren que es poco frecuente esta compensación postural en pacientes que se encuentran entre los 6 a los 12 años, donde fue prevalente la angulación en norma o la rotación posterior craneal.

En la literatura, se han reportado diferentes cambios posturales asociados a la edad. Aldana y col. (58), encontraron que la distancia desde C1 hasta C2, presentaba una asociación positiva con la edad (0.21 con un valor de $P=0.02$), estudios realizados en muestras de pacientes de menor edad como el de Moreno y col. (17,62), reportaron compensaciones entre la base craneal y el plano odontoideo en un 91.47% de la muestra. Así mismo, Bernal y col., en un estudio de condiciones posturales de niños entre 6 a 11 años, encontraron que el 66.3% presentaban pérdida de curvatura fisiológica cervical, entre otras adaptaciones posturales.

Se encontró una correlación débil e inversa entre la edad y la angulación de la base craneal con respecto a las vértebras cervicales, sin embargo, este resultado no fue estadísticamente significativo.

El segundo objetivo específico tenía como finalidad determinar la relación entre las discrepancias máxilo-mandibulares con variables cervicales desde una vista lateral y frontal, este

enfoque tomó como referencia la asociación entre posición de cabeza y el desarrollo de maloclusiones, descrita por Schwartz (63) en 1926 considerada un referente bibliográfico y la hipótesis de estiramiento de tejidos blandos descrita por Solow en 1976/1977 (46, 64).

Schwartz encontró que la obstrucción de vías aéreas superiores era causal de extensión de cabeza, y esto a su vez, reveló una asociación con el desarrollo de maloclusión clase II. Así mismo, otros autores como Solow y Siersbæk-Nielsen (65) han mencionado que existe una íntima relación entre la postura de la cabeza y la morfología cráneo-facial, asociando la maloclusión clase II a una hiperextensión de la cabeza en relación con la columna.

Por su parte, la hipótesis de estiramiento de tejidos blandos sostiene que el desarrollo sagital de los arcos dentales está determinado por las presiones en sentido dorsal, especialmente cuando existen posturas cráneo-cervicales extendidas. Esta extensión lleva a un estiramiento pasivo de tejidos blandos, comprimiendo la piel, músculos y fascias que cubren la cabeza y el cuello. De esta manera se conectan funcionalmente la postura con las diferentes discrepancias entre el hueso maxilar y mandibular (46, 64, 65). Es por esto, que el estudio de la relación inter-maxilar se consideró fundamental para establecer su relación con las variables cervicales como segundo objetivo de investigación.

Los músculos encargados de cambios posturales mandibulares son parte de una cadena conectada por fascias en todo el cuerpo, es por esto, que un cambio postural corporal, genera contracciones en el sistema estomatognático y adaptaciones funcionales, considerado un factor etiológico para el desarrollo de maloclusiones (66, 67, 68).

La selección del ANB como variable cefalométrica para determinar la relación sagital de bases óseas maxilar y mandibular, tomó como referencia el estudio de Nik y Aciyabar(59), donde encontraron una correlación significativa entre la postura cervical, el ángulo ANB y la medición de Witts, sin embargo, es importante mencionar que los resultados se deben analizar de forma crítica por la inclusión de radiografías con un rango de edad desde los 13 años donde los pacientes aún no han llegado a su fase de maduración de crecimiento y desarrollo cráneo-facial. A menor ángulo cráneo-vertebral se espera mayor ANB (58).

Este segundo objetivo tomó como referencia el ángulo ANB para representar las posibles discrepancias sagitales entre el maxilar y la mandíbula. En el estudio actual, el valor promedio de ANB se encontró aumentado con respecto a la norma en un 61.8%, resultado que revela un alto porcentaje de clase II esquelética. Esta relación clase II ha sido relevante en diversas investigaciones por expresar una correlación estadística con respecto a condiciones posturales (60, 59, 69).

Diferentes autores han analizado el impacto de la posición de la cabeza con la relación esquelética clase I, II o III. Tecco y col. (70), en congruencia con el estudio de Bedoya y col. (71), han reportado que pacientes con un rango de edad de 8 a 12 años, presentan en alto porcentaje una disminución del ángulo cráneo-cervical, resultado que asocian a la presencia de discrepancia esquelética clase II. Otros autores como Liu y col. (57); Sandoval y col. (3), han informado que la clase II esquelética se asocia con una mayor extensión de la cabeza con respecto a la columna en su porción cervical. Cuando existe rotación craneal anterior o posterior, las distancias sub-

occipitales van a mostrar variaciones en sus rangos de normalidad. En la literatura se ha reportado que una distancia disminuida C0-C1 se asocia con una rotación posterior mandibular y discrepancia clase II esquelética.

Con respecto a esta relación entre las bases óseas maxilar y mandibular, Rocabado encontró en 1982 (72), una asociación entre la relación oclusal clase II con la postura adelantada de la cabeza, entendido como una relación general entre maloclusiones y compensaciones posturales generales.

Con respecto a estas discrepancias máxilo-mandibulares, dentro de la muestra de este estudio, los pacientes que presentaban un ANB en norma, reportaron en más del 50% una angulación cráneo-vertebral dentro de los rangos normales. Sin embargo, los pacientes con un ángulo ANB disminuido (clase III esquelética), presentaron como porcentaje más elevado (63.16%), una angulación cráneo-vertebral aumentada (flexión o rotación anterior de la cabeza), y los pacientes con un ángulo ANB aumentado (clase II esquelética), presentaron como porcentaje más elevado (45.24%), una angulación cráneo-vertebral en norma.

Finalmente, dentro de este segundo objetivo es importante mencionar que no existieron diferencias significativas al comparar el ángulo ANB con las demás variables (ver tabla 12). Resultados similares fueron reportados por autores como Giacomo P, y col., donde no encontraron relación estadísticamente significativa en términos porcentuales, entre la discrepancia esquelética y la condición postural (73). Así mismo, autores como Bebnowsky y col. (74), no encontraron asociación entre anomalías cervicales con valores o medidas cefalométricas.

Contrario a esto, Moreno y col. (17), encontraron que la angulación cráneo-vertebral presenta una correlación positiva y elevada con el ángulo ANB (0.92), correlación positiva y moderada con el espacio sub-occipital, espacio inter-vertebral y relación angular entre la base craneal y el plano vertebral. Estas diferencias encontradas en la literatura se deben tomar como una alerta, entendiendo que las discrepancias esqueléticas cuentan con una influencia en forma: asociada a tamaño y morfología propia de bases óseas, y una influencia en función: asociada a músculos, ligamentos, fascias y funciones propias del sistema estomatognático como lo es la fonación, respiración, deglución y masticación. Por lo tanto, el diagnóstico en Ortodoncia debe contemplar esta alerta funcional, llevando a enfoques integrales y fisiológicos donde la postura, las variables cervicales elegidas en este estudio y las variables reportadas por estudios previos, junto a los aportes cefalométricos, determinen los pasos a seguir para un adecuado plan de tratamiento.

Como parte del tercer y último objetivo específico, la finalidad era determinar la simetría de espacios articulares inter-vertebrales en una vista frontal y su relación con variables posturales de una radiografía lateral. Los resultados reportados en la tabla 11, demuestran que, en el grupo de pacientes sin asimetría mandibular, un 42.86% no presentó asimetría de espacios laterales y el 50% presentó paralelismo del plano vertebral. Esto permite evaluar el resultado consecuente que tienen los planos vertebrales en sentido vertical y transversal, ante las diversas desviaciones que puede tener el maxilar inferior en un plano frontal. A partir de este resultado podemos mencionar a su vez, que la ausencia de desviaciones mandibulares permite mantener un equilibrio entre los espacios articulares que tienen las primeras vértebras cervicales desde una vista frontal (en sentido vertical y transversal).

Dentro de los resultados que se encontraron alejados de la normalidad, se reportó dextrognatismo o desviación mandibular a la derecha en un 47.1% de la muestra. Este grupo a su vez reportó en un 46.88% disminución del lado derecho entre el espacio lateral de C1 a C2 junto a una elevación del lado derecho en el plano vertebral en un 59.38% de la muestra total. Es importante recalcar que esta diferencia entre categorías de desviación mandibular con respecto al plano vertebral reportó un valor de $P = 0.005$.

En cuanto a la variable de base craneal que representó su relación con la condición postural, se encontró que más del 90% de la muestra presentó un valor disminuido de la angulación de la base craneal con respecto a las vértebras cervicales.

Así mismo, entendiendo el impacto diagnóstico y terapéutico de la posición del hueso hioides con respecto a las estructuras cráneo facial, se estableció una variable representativa descrita en la literatura por Bibby (40) y denominada: triángulo hioideo. Autores como Rocabado han mencionado que el hueso hioides revela condiciones de la dinámica mandibular, establece una relación de las dimensiones sagitales de la orofaringe durante la deglución y participa activamente como un detector de cambios desfavorables en la respiración (9).

En este estudio, la variable que representa al hueso hioides contempla su ubicación vertical con respecto a un plano que va desde las vértebras cervicales hasta el borde inferior mandibular. En la investigación se encontró dentro del rango de normalidad para el mayor porcentaje de pacientes, sin embargo, uno de los resultados que amerita profundización científica en estudios posteriores fue la tendencia encontrada entre la discrepancia máxilo-mandibular y la rotación de la cabeza: a mayor ángulo ANB, menor podría ser la angulación cráneo-vertebral, el triángulo hioideo y el espacio sub-occipital. Autores como Giacomo y col. (73), en el 2018 reportaron una correlación inversa moderada similar a la tendencia del estudio actual. Giacomo y col., encontraron esta correlación inversa entre el aumento de ANB y la reducción del ángulo craneocervical según Test de correlación de Pearson, resultado que asociaron a su vez, a la presencia de patología temporomandibular.

Esta tendencia es contradictoria a la reportada por Aldana y col. (58), donde el triángulo hioideo demostró una asociación estadísticamente positiva con el ANB, a mayor distancia del triángulo hioideo, existe mayor ANB asociado a clase II esquelética (0.23 con un $P = 0.02$) quienes encontraron que una alteración en la posición del hueso hioides genera cambios para el estado de la lengua en reposo. Rocabado (9) y Bibby (40) han descrito que el hueso hioides determina una adecuada curvatura de la columna cervical, y de esta forma puede influir en distancias sub-occipitales, relevantes en el desarrollo de síndrome de dolor orofacial.

Este resultado carece de significancia estadística y es fundamental complementarlo con una muestra mayor que provea poder suficiente a este hallazgo, permitiendo una correlación importante de la información.

Así mismo, es fundamental detectar desórdenes temporomandibulares como parte del análisis postural, especialmente en pacientes clase II. Se ha reportado en la literatura que, en presencia de esta discrepancia esquelética, es común encontrar retrognatismo mandibular y esto es causal de posturas compensatorias que han sido confirmadas por la literatura (75).

Como parte de las limitantes del estudio actual, no se contempló dentro de las variables el antecedente de Ortodoncia. Estudios de Solow, Tallgren y Sonnesen, considerados clásicos en evidencia postural para Odontología, han descrito que al culminar un tratamiento de Ortodoncia existe un aumento del ángulo cráneo-vertebral y aumento de distancias sub-occipitales, especialmente C0-C1, junto a mayores distancias desde C3 hasta Rgn.

En conclusión, existen compensaciones posteriores a la Ortodoncia, asociadas a rectificaciones o pérdidas de lordosis habitual.

10. Conclusiones

Los hallazgos de este estudio nos muestran asociaciones estadísticas débiles entre los valores normales asumidos en esta investigación para cada una de las variables y los valores encontrados en los análisis cefalométricos de la muestra analizada. Esto corrobora el hecho de que es importante el análisis craneocervical en los pacientes que presentan anomalías dentomaxilares, teniendo en cuenta que es posible que exista posturas compensatorias de la cabeza a causa de las diferentes discrepancias esqueléticas que presentan los pacientes, en otras palabras, las maloclusiones pueden estar asociadas con los cambios de postura de los individuos.

Referencias

1. Munhoz, W. C., Marques, A. P., & Siqueira, J. T. T. D. (2004). Radiographic evaluation of cervical spine of subjects with temporomandibular joint internal disorder. *Brazilian oral research*, 18, 283-289.
2. Clark, G. T., Green, E. M., Dornan, M. R., & Flack, V. F. (1987). Craniocervical dysfunction levels in a patient sample from a temporomandibular joint clinic. *The Journal of the American Dental Association*, 115(2), 251-256.
3. Sandoval, C., Díaz, A., & Manríquez, G. (2019). Relationship between craniocervical posture and skeletal class: A statistical multivariate approach for studying Class II and Class III malocclusions. *CRANIO®*, 39(2):133-140
4. Cueco, R. T. (2008). *La Columna Cervical: Evaluación Clínica y Aproximaciones Terapéuticas: Principios anatómicos y funcionales, exploración clínica y técnicas de tratamiento* (Vol. 1). Ed. Médica Panamericana.
5. Cuccia, A., & Caradonna, C. (2009). The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics*, 64, 61-66.
6. Nobili, A., & Adversi, R. (1996). Relationship between posture and occlusion: a clinical and experimental investigation. *CRANIO®*, 14(4), 274-285.
7. Huggare, J. Å., Raustia, A. M., & Makofsky, H. W. (1992). Head posture and cervicovertebral and craniofacial morphology in patients with craniomandibular dysfunction. *CRANIO®*, 10(3), 173-179.
8. Batistão, M. V., Moreira, R. D. F. C., Coury, H. J. C. G., Salasar, L. E. B., & Sato, T. D. O. (2016). Prevalence of postural deviations and associated factors in children and adolescents: a cross-sectional study. *Fisioterapia em Movimento*, 29, 777-786.
9. Rocabado, M. (1983). Biomechanical relationship of the cranial, cervical, and hyoid regions: a discussion. *Journal of Craniomandibular Practice*, 1(3), 61-66.
10. Nicolakis, P., Nicolakis, M., Piehslinger, E., Ebenbichler, G., Vachuda, M., Kirtley, C., & Fialka-Moser, V. (2000). Relationship between craniomandibular disorders and poor posture. *CRANIO®*, 18(2), 106-112.
11. Sonnesen, L., Bakke, M., & Solow, B. (2001). Temporomandibular disorders in relation to craniofacial dimensions, head posture and bite force in children selected for orthodontic treatment. *European journal of orthodontics*, 23(2), 179-192.
12. Visscher CM, Lobbezoo F, De Boer W, Van Der Zaag J, Naeije M. Prevalence of cervical spinal pain in craniomandibular pain patients. *European Journal of Oral Sciences* 2001 Apr;109(2):76-80.
13. Plesh, O., Adams, S. H., & Gansky, S. A. (2011). Temporomandibular Joint and Muscle Disorder (TMJMD)-type pain and Co-morbid pains in a National US Sample. *Journal of orofacial pain*, 25(3), 190.
14. Storm, C., & Wänman, A. (2006). Temporomandibular disorders, headaches, and cervical pain among females in a Sami population. *Acta Odontologica Scandinavica*, 64(5), 319-325.
15. Fuentes, R., Freesmeyer, W., & Henríquez, J. (1999). Influence of body posture in the prevalence of craniomandibular dysfunction. *Revista médica de Chile*, 127(9), 1079-1085.
16. Hourset, M., Esclassan, R., Destruhaut, F., Dufour-Machuret, J., & Hennequin, A. (2019). Odontologie et kinésithérapie: postures cranio-cervicales, DTM et cervicalgies posturales. *Kinésithérapie, la Revue*, 19(214), 3-11.

17. Moreno M, Pabon Y, Ramirez P. Relación entre la angulación cráneo-vertebral con diferentes variables maxilo-mandibulares, cervicales y respiratorias en radiografías laterales de cráneo de niños de 6 a 12 años de la ciudad de Bucaramanga. Repositorio Institucional Universidad Santo Tomás, Campus Floridablanca.; 2020.
18. Dinesh, A., Mutalik, S., Feldman, J., & Tadinada, A. (2020). Value-addition of lateral cephalometric radiographs in orthodontic diagnosis and treatment planning. *The Angle Orthodontist*, 90(5), 665-671.
19. Pećina, M., & Lulić-Dukić, O. (1991). Hereditary orthodontic anomalies and idiopathic scoliosis. *International orthopaedics*, 15(1), 57-59.
20. Lippold, C., van den Bos, L., Hohoff, A., Danesh, G., & Ehmer, U. (2003). Interdisciplinary study of orthopedic and orthodontic findings in pre-school infants. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 64(5), 330-340.
21. Sakaguchi, K., Mehta, N. R., Abdallah, E. F., Forgione, A. G., Hirayama, H., Kawasaki, T., & Yokoyama, A. (2007). Examination of the relationship between mandibular position and body posture. *CRANIO®*, 25(4), 237-249.
22. Mc Lean, L. F., Brenman, H. S., & Friedman, M. G. F. (1973). Effects of changing body position on dental occlusion. *Journal of dental research*, 52(5), 1041-1045.
23. Solow, B., & Sandham, A. (2002). Cranio-cervical posture: a factor in the development and function of the dentofacial structures. *The European Journal of Orthodontics*, 24(5), 447-456.
24. Bracco, P., Deregibus, A., & Piscetta, R. (2004). Effects of different jaw relations on postural stability in human subjects. *Neuroscience letters*, 356(3), 228-230.
25. Bracco, P., Deregibus, A., Piscetta, R., & Ferrario, G. (1998). Observations on the correlation between posture and jaw position: a pilot study. *CRANIO®*, 16(4), 252-258.
26. Gonzalez, H. E., & Manns, A. (1996). Forward head posture: its structural and functional influence on the stomatognathic system, a conceptual study. *CRANIO®*, 14(1), 71-80.
27. D'Attilio, M., Caputi, S., Epifania, E., Festa, F., & Tecco, S. (2005). Evaluation of cervical posture of children in skeletal class I, II, and III. *CRANIO®*, 23(3), 219-228.
28. Solow, B., & Siersbaek-Nielsen, S. (1986). Growth changes in head posture related to craniofacial development. *American journal of orthodontics*, 89(2), 132-140.
29. Yong, M. S., Lee, H. Y., & Lee, M. Y. (2016). Correlation between head posture and proprioceptive function in the cervical region. *Journal of physical therapy science*, 28(3), 857-860.
30. Pynt, J., Higgs, J., & Mackey, M. (2001). Seeking the optimal posture of the seated lumbar spine. *Physiotherapy theory and practice*, 17(1), 5-21.
31. Roggia, B., Santos Filha, V. A. V. D., Correa, B., & Rossi, Â. G. (2016, August). Posture and body balance of schoolchildren aged 8 to 12 years with and without oral breathing. In *Codas* (Vol. 28, pp. 395-402). Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia.
32. de Sá, C. D. S. C., Boffino, C. C., Ramos, R. T., & Tanaka, C. (2018). Development of postural control and maturation of sensory systems in children of different ages a cross-sectional study. *Brazilian journal of physical therapy*, 22(1), 70-76.
33. Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2000). What is balance? *Clinical rehabilitation*, 14(4), 402-406.
34. Andrade, M. F., Chaves, É. D. C. L., Miguel, M. R. O., Simão, T. P., Nogueira, D. A., & Iunes, D. H. (2017). Evaluation of body posture in nursing students. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 51.

35. Pachi, F., Turla, R., & Checchi, A. P. (2009). Head posture and lower arch dental crowding. *The Angle Orthodontist*, 79(5), 873-879.
36. Ryan, S., McNicholas, M., & Eustace, S. J. (2004). Anatomy for diagnostic imaging.
37. Sierra, I. A. J., Rincón, L. L., Dávila, C. P., Mora, J. A., & Jens, C. T. (2018). Anatomía de la columna vertebral en radiografía convencional. *Revista médica sanitas*, 21(1), 39-46.
38. Enlow, D. H. (1968). Wolff's law and the factor of architectonic circumstance. *American Journal of Orthodontics*, 54(11), 803-822.
39. Rocabado, M. (1984). Análisis biomecánico cráneo cervical a través de una telerradiografía lateral. *Rev Chil Ortod*, 16, 1-11.
40. Bibby R, Preston C. The hyoid triangle. *Am J Orthod*. 1981 Jul;80(1):92-7.
41. Val, D. C. D., Limongi, S. C. O., Flabiano, F. C., & Silva, K. C. L. D. (2005). Sistema estomatognático e postura corporal na criança com alterações sensório-motoras. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 17, 345-354.
42. Schleip, R., Gabbiani, G., Wilke, J., Naylor, I., Hinz, B., Zorn, A., ... & Klingler, W. (2019). Fascia is able to actively contract and may thereby influence musculoskeletal dynamics: a histochemical and mechanographic investigation. *Frontiers in physiology*, 336.
43. Solow, B., & Kreiborg, S. (1977). Soft-tissue stretching: a possible control factor in craniofacial morphogenesis. *European Journal of Oral Sciences*, 85(6), 505-507.
44. Arntsen, T., & Sonnesen, L. (2011). Cervical vertebral column morphology related to craniofacial morphology and head posture in preorthodontic children with Class II malocclusion and horizontal maxillary overjet. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 140(1).
45. Vukićević, V., & Petrović, Đ. (2016). Relationship between head posture and parameters of sagittal position and length of jaws. *Medicinski preglod*, 69(9-10), 288-293.
46. Solow, B., & Tallgren, A. (1976). Head posture and craniofacial morphology. *American Journal of Physical Anthropology*, 44(3), 417-435.
47. Apaydın, F. D., Özgür, A., Yıldız, A., Kuyucu, S., Duce, M. N., Özer, C., & Kanık, A. (2003). Open-mouth versus closed-mouth radiographs of the nasopharynx in the evaluation of nasopharyngeal airway obstruction. *Clinical imaging*, 27(6), 382-385.
48. Morgenstern, H., & Thomas, D. (1993). Principles of study design in environmental epidemiology. *Environmental health perspectives*, 101(suppl 4), 23-38.
49. Solow, B., & Siersb, S. (1992). Cervical and craniocervical posture as predictors of craniofacial growth. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 101(5), 449-458.
50. Cardenas, J. M., Flores, J. C. F., Cantu, F. J. G., Cardenas, G. M., Meraz, W. S., & Barrera, A. L. G. (2015). Morphometric Study of the Skull-Cervical Position in Patients with Skeletal Class II and III/Estudio Morfometrico de la Posicion Craneo-Cervical en Pacientes con Clases Esqueletales II y III. *International Journal of Morphology*, 33(2), 415-420.
51. Lundström, A., Forsberg, C. M., Westergren, H., & Lundström, F. (1991). A comparison between estimated and registered natural head posture. *The European Journal of Orthodontics*, 13(1), 59-64.
52. Cooke, M. S., Orth, D., & Wei, S. H. (1988). The reproducibility of natural head posture: a methodological study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 93(4), 280-288.
53. Solow, B., & Tallgren, A. (1971). Natural head position in standing subjects. *Acta Odontologica Scandinavica*, 29(5), 591-607.

54. Steiner, C. C. (1953). Cephalometrics for you and me. *American journal of orthodontics*, 39(10), 729-755.
55. Mukaka, M. M. (2012). A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi medical journal*, 24(3), 69-71.
56. León Correa, F. J. (2009). Fundamentos y principios de bioética clínica, institucional y social. *Acta bioethica*, 15(1), 70-78.
57. Liu, Y., Sun, X., Chen, Y., Hu, M., Hou, X., & Liu, C. (2016). Relationships of sagittal skeletal discrepancy, natural head position, and craniocervical posture in young Chinese children. *CRANIO®*, 34(3), 155-162.
58. Aldana, A., Báez, J., Sandoval, C., Vergara, C., Cauvi, D., & Fernández de la Reguera, A. (2011). Asociación entre maloclusiones y posición de la cabeza y cuello. *International journal of odontostomatology*, 5(2), 119-125.
59. Nik, T. H., & Aciyabar, P. J. (2011). The relationship between cervical column curvature and sagittal position of the jaws: using a new method for evaluating curvature. *Iranian Journal of Radiology*, 8(3), 161.
60. Sonnesen, L., & Kjær, I. (2008). Anomalies of the cervical vertebrae in patients with skeletal Class II malocclusion and horizontal maxillary overjet. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(2), 188-e15.
61. García, N., Sanhueza, A., Cantín, M., & Fuentes, R. (2012). Evaluation of cervical posture of adolescent subjects in skeletal class I, II, and III. *Int. J. Morphol*, 30(2), 405-10.
62. Bernal, L. V., Marin, H., Herrera, C. P., Montoya, C., & Herrera, Y. U. (2017). Craniocervical posture in children with class I, II and III skeletal relationships. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clinica Integrada*, 17(1), 1-12.
63. Schwarz, A. M. (1926). Kopfhaltung und kiefer. *Zeitschrift Stomat.*, 24, 669-744.
64. Solow, B., & Sonnesen, L. (1998). Head posture and malocclusions. *The European Journal of Orthodontics*, 20(6), 685-693.
65. Solow, B., Siersbæk-Nielsen, S., & Greve, E. (1984). Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology. *American journal of orthodontics*, 86(3), 214-223.
66. Hellsing, E., McWilliam, J., Reigo, T., & Spangfort, E. (1987). The relationship between craniofacial morphology, head posture and spinal curvature in 8, 11 and 15-year-old children. *The European Journal of Orthodontics*, 9(1), 254-264.
67. Huggare, J., & Harkness, E. (1993). Associations between head posture and dental occlusion. *J Dent Res*, 72, 255.
68. Motoyoshi, M., Shimazaki, T., Sugai, T., & Namura, S. (2002). Biomechanical influences of head posture on occlusion: an experimental study using finite element analysis. *The European Journal of Orthodontics*, 24(4), 319-326.
69. Festa, F., Tecco, S., Dolci, M., Ciufolo, F., Meo, S. D., Filippi, M. R., ... & D'Attilio, M. (2003). Relationship between cervical lordosis and facial morphology in Caucasian women with a skeletal class II malocclusion: a cross-sectional study. *CRANIO®*, 21(2), 121-129.
70. Tecco, S., Festa, F., Tete, S., Longhi, V., & D'Attilio, M. (2005). Changes in head posture after rapid maxillary expansion in mouth-breathing girls: a controlled study. *The Angle Orthodontist*, 75(2), 171-176.
71. Bedoya, A., Landa Nieto, Z., Zuluaga, L. L., & Rocabado, M. (2014). Morphometry of the cranial base and the cranial-cervical-mandibular system in young patients with type II, division 1 malocclusion, using tomographic cone beam. *CRANIO®*, 32(3), 199-207.

72. Rocabado, M., Johnston Jr, B. E., & Blakney, M. G. (1982). Physical therapy and dentistry: An overview: A perspective. *Journal of Craniomandibular Practice*, 1(1), 46-49.
73. Giacomo P, Ferrara V, Accivile E, Ferrato G, Polimeni A, Di Paolo C. Relationship between cervical spine and skeletal class II in subjects with and without temporomandibular disorders. *Pain Research and Management* 2018;1-7
74. Bebnowski, D., Hänggi, M. P., Markic, G., Roos, M., & Peltomäki, T. (2012). Cervical vertebrae anomalies in subjects with Class II malocclusion assessed by lateral cephalogram and cone beam computed tomography. *The European Journal of Orthodontics*, 34(2), 226-231.
75. D'Attilio, M., Epifania, E., Ciuffolo, F., Salini, V., Filippi, M. R., Dolci, M., ... & Tecco, S. (2004). Cervical lordosis angle measured on lateral cephalograms; findings in skeletal class II female subjects with and without TMD: a cross sectional study. *CRANIO®*, 22(1), 27-44.

Apéndices

Apéndice A. Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación	Escala de medición	Valores que asume
Edad	Periodo de tiempo transcurrido desde el nacimiento.	Edad reportada en la radiografía.	Cuantitativa	Razón	Número reportado en la radiografía
Sexo	Conjunto de las peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos.	Sexo reportado en la radiografía	Cualitativa	Nominal	Femenino (0) Masculino (1)
Desviación mandibular	Presencia de levognatismo o dextrognatismo	Desviación del punto ménton con respecto a un plano de referencia medial, tomada en la radiografía anteroposterior	Cualitativa	Nominal	Sin desviación (0) Desviación a la derecha (1) Desviación a la izquierda (2)
Plano oclusal superior	Paralelismo entre los planos oclusales dentales desde una vista frontal	Paralelismo o inclinación del plano oclusal superior tomado de la radiografía anteroposterior	Cualitativa	Nominal	Paralelismo (0) Elevación derecha (1) Elevación izquierda (2)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación	Escala de medición	Valores que asume
Plano vertebral	Paralelismo entre los primeros planos articulares vertebrales	Paralelismo o inclinación del plano articular de C1 con respecto al plano articular de C2 tomado de la radiografía anteroposterior	Cualitativa	Nominal	Paralelismo (0) Elevación derecha (1) Elevación izquierda (2)
Simetría de espacio lateral C1 y C2	Simetría en los espacios laterales de las primeras vértebras cervicales	Presencia o ausencia de simetría en los espacios laterales entre la apófisis odontoides y la masa lateral de C1 tomado de la radiografía anteroposterior	Cualitativa	Nominal	Simétricos (0) Disminuido derecho (1) Disminuido izquierdo (2)
Ángulo ANB	Relación sagital entre el maxilar y la mandíbula con un punto en común a nivel de base craneal.	Ángulo formado entre punto A – Nasion – punto B, tomado en la radiografía lateral de cráneo	Cuantitativa	Razón	2°

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación	Escala de medición	Valores que asume
Angulación cráneo-vertebral	Relación entre el cráneo y la columna cervical	Angulo posterior inferior producido por la intersección del plano MGP y el plano OP, tomado en la radiografía lateral de cráneo	Cuantitativa	Razón	96° a 106°
Espacio suboccipital	Distancia entre el hueso occipital con la primera vértebra cervical	Distancia en milímetros entre la base del hueso occipital con el arco posterior del atlas (1 ^{ra} vértebra cervical)	Cuantitativa	Razón	4 a 9mm
Espacio intervertebral	Distancia entre la primera y segunda vértebra cervical	Distancia en milímetros entre la parte inferior del arco posterior del atlas con la parte superior del arco posterior del axis	Cuantitativa	Razón	4 a 9mm
Curvatura cervical	Es la curva fisiológica observada desde la primera hasta la séptima vértebra cervical.	Distancia en milímetros desde el borde posterior de C4 hasta un plano que va desde la parte	Cuantitativa	Razón	8 a 12mm

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación	Escala de medición	Valores que asume
		posterior superior de la apófisis odontoides hasta la parte posterior inferior de C7, tomado en la radiografía lateral de cráneo			
Triángulo hioideo	Posición del hueso hioides con respecto a la curvatura fisiológica de la columna cervical	Distancia en milímetros trazada desde el plano formado por el borde anteroinferior de C3 con el borde más posterior de la sínfisis mentonera, hasta el parte más anterior y superior del hueso hioides.	Cuantitativa	Razón	0.16 a 9.4mm
Posición sagital del hueso hioides en sector anterior	Ubicación anteroposterior del hueso hioides con respecto al borde inferior mandibular	Distancia en milímetros desde el punto Retrognation hasta el punto H	Cuantitativa	Razón	31 a 42.66mm

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación	Escala de medición	Valores que asume
Angulación de la base craneal con una vertical verdadera	Posición de la base craneal con relación a un plano vertical de referencia.	Medida en grados entre un plano que va desde silla hasta Násion, con una línea vertical de referencia.	Cuantitativa	Razón	96.5° a 103°
Angulación de la base craneal con las vértebras cervicales	Posición de la base craneal con relación a las vértebras cervicales.	Medida en grados entre el plano de la base craneal (S-N), con un plano cervical que desde el borde posterior superior de C2 hasta el borde posterior inferior de C4.	Cuantitativa	Razón	93.4° a 108.6°

Apéndice B. *Instrumento de recolección de la información***Instrumento de recolección**

Relación entre variables esqueléticas cervicales y máximo mandibulares en radiografías lateral de cráneo y anteroposterior con boca abierta tomadas a pacientes de consulta particular en Bucaramanga

Identificación: _____

Edad: _____

Sexo: M: ____ F: ____

VARIABLE		MEDIDA EN LA RADIOGRAFÍA		
		DEFINICIÓN	mm	Grados ° Valor que asume
Angulación vertebral	cráneo-	Ángulo posterior inferior producido por la intersección del plano McGregor y el plano OP de Rocabado.		
Espacio suboccipital		Distancia en milímetros desde la base del hueso occipital a la parte superior del arco posterior del atlas (primera vértebra cervical)		
Espacio intervertebral		Distancia en milímetros entre la parte inferior del arco posterior del atlas con la		

VARIABLE	DEFINICIÓN	MEDIDA EN LA RADIOGRAFÍA		
		mm	Grados °	Valor que asume
	parte superior del arco posterior del axis (segunda vértebra cervical)			
Curvatura cervical	Distancia en milímetros desde el borde posterior de C4 hasta un plano que va desde la parte posterior superior de la apófisis odontoides hasta la parte posterior inferior de la vértebra C7			
Desviación mandibular	Presencia de levognatismo o dextrognatismo de acuerdo con la radiografía anteroposterior			
Plano oclusal superior	Paralelismo en el plano oclusal superior desde el borde cuspídeo de primer molar superior derecho a izquierdo			
Plano vertebral	Paralelismo entre el plano articular de la primera y segunda vértebra cervical			
Simetría de espacio lateral C1 y C2	Simetría en los espacios laterales entre la apófisis odontoides de C1 y las masas laterales de C1			
Ángulo ANB	Relación sagital entre el maxilar y la mandíbula			
Triángulo hioideo	Posición vertical del hueso hioides con respecto a un plano de referencia cervical/mandibular			

VARIABLE		DEFINICIÓN	MEDIDA EN LA RADIOGRAFÍA		
			mm	Grados °	Valor que asume
Posición sagital del	hueso hioides en sector anterior	Ubicación anteroposterior del hueso hioides con respecto al borde inferior mandibular anterior			
Angulación de la base craneal con una vertical verdadera		Relación angular entre la base craneal anterior y un referente vertical			
Angulación de la base craneal con las vértebras cervicales		Relación angular entre la base craneal anterior con un plano que representa las vértebras cervicales			

Apéndice C. Cronograma de actividades

[illegible]

	2020	2021	2022	2023
Recolección de datos		X X		
Digitación de datos recolectados				
Procedimientos estadísticos		X X		
Análisis estadístico y elaboración de informe de resultados			X X	
Redacción y entrega de resultados			X	
Elaboración de capítulo de resultados			X X	
Elaboración de capítulo de resultados y discusión y conclusiones			X	

	2020	2021	2022	2023
Presentación				
preliminar al			X	
director				
Correcciones			X	
Entrega final				X
Sustentación de				
resultados				X
finales				
Escritura de				
artículo				
científico y				X X X
sometimiento a				
revista indexada				

Apéndice D. Presupuesto**Presupuesto global**

Presupuesto Global	Valor total
Talento humano	\$38.880.000
Materiales e insumos	\$980.000
Equipos y/ o Software	\$2.750.000
Salidas de campo	\$300.000
Material bibliográfico	\$1.150.000
TOTAL	\$44.060.000

Recurso humano

Nombre del investigador	Formación académica	Función dentro del proyecto	Dedicación (Hora/mensual)	Honorarios por hora	Total
María Paula Villarreal Assaf	Odontóloga, especialista en ortodoncia.	Tutor principal y director	4 horas	\$120.000	\$480.000
Pedro Antonio Lamadrid Pájaro	Odontólogo	Investigador	6 horas	\$45.000	\$270.000
Andrés Guillermo Zehr Castro	Odontólogo	Investigador	6 horas	\$45.000	\$270.000
Luis Alberto López Romero	Enfermero, magister en epidemiología	Asesor metodológico	6 horas	\$100.000	\$600.000
Total mensual					\$1.620.000

Materiales e insumos

Materiales	Justificación	Valor total
Papelería	Impresión del instrumento, lapiceros y lápices para diligenciar instrumento y toma de medidas cefalométricas.	\$150.000
Cartucho de tinta	Impresión del instrumento	\$130.000
Hojas de calco para cefalometría	Hojas especializadas para trazos cefalométricos	\$200.000
Correlómetros Ortho Organizers	Instrumento especializado para cefalometría	\$500.000
Total		\$980.000

Equipos

Equipos y/o Software	Justificación	Valor total
Portátil	Elaboración y digitalización del documento	\$1.500.000
Impresora Multifuncional Epson L385	Impresión del instrumento	\$600.000
Negatoscopios	Instrumento especializado en visualización de radiografías	\$450.000
Licencia Stata 14	Software especializado en análisis estadístico	\$200.000
Total		\$2.750.000

Salidas de campo

Salidas de campo	Justificación	Valor total
------------------	---------------	-------------

Transporte por investigador	Facilita la presencia física del investigador para realizar trabajo de investigación.	\$150.000
Total		\$300.000

Material bibliográfico

Material bibliográfico	Justificación	Valor total
Material bibliográfico propio de biblioteca USTA-Costo del uso de la hora de base de datos CRAI podría ser	Libros y artículos de investigación para soportar proyecto de investigación.	\$150.000
Material bibliográfico por adquirir.	Bibliografía necesaria para el proyecto de investigación con el que no cuenta la USTA	\$1.000.000
Total		\$1.150.000

Apéndice E. *Consentimiento informado consultorio VEGN*



**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROCEDIMIENTOS ODONTOLÓGICOS
ORTODONTICO COMPENSATORIO PARA EVITAR CIRUGIA**

Yo, _____ identificado como aparece al
pie de mi firma autorizo a la Dra. VICTORIA EUGENIA GUTIERREZ NAVAS y al equipo que
ella disponga, a realizar el siguiente tratamiento: **TRATAMIENTO ORTODONTICO
COMPENSATORIO** _____

Certifico que la Dra. me ha explicado en forma suficiente y adecuada en qué consiste el tratamiento
y me ha indicado cuáles son sus consecuencias, ventajas, posibles riesgos, complicaciones o
molestias que puedan presentarse y me ha permitido hacer las preguntas necesarias, las cuales se
me han respondido en forma satisfactoria.

Manifiesto que la Dra. me informó y explicó claramente que el tratamiento ideal es de manejo ORTODONTICO- QUIRUGICO y me ha señalado como los riesgos más comunes y frecuentes del tratamiento Ortodóntico compensatorio los siguientes: posibles problemas periodontales, problemas a nivel de articulación Temporo-Mandibular, desgastes coronales, imposibilidad de lograr todos los objetivos funcionales y estéticos ideales propuestos, Caries y manchas del esmalte si la higiene oral no es realizada adecuadamente, riesgo de reabsorción radicular y grietas del esmalte debido a hábitos como masticar chicle, comerse las uñas y/o morder alimentos u objetos duros (hielo, caramelos etc.), algunos otros inconvenientes imposibles de predecir, además si no hay asistencia puntual a las citas programadas es imposible garantizar el tratamiento

Sin embargo y a causa de mi decisión de no realizar el tratamiento quirúrgico, autorizo que se efectuó el tratamiento ORTODONTICO COMPENSATORIO.

Por medio de la presente doy autorización a la Dra. VICTORIA EUGENIA GUTIERREZ NAVAS para el uso de expedientes de ortodoncia, incluyendo radiografías, fotografías, videos, modelos dentales obtenidos en el proceso de exámenes para el tratamiento activo y/o etapa de contención con fines de Interconsultas a profesionales, investigación, educación o publicación en revistas científicas y/o de información general y acepto que las radiografías, fotografías, modelos y cualquier otra clase de registros de análisis y diagnósticos tomados a mí como su paciente, antes

durante y después del tratamiento, forman parte de la historia clínica la cual será de manejo exclusivo de la Dra. VICTORIA EUGENIA GUTIERREZ NAVAS.

Comprendo las implicaciones del presente consentimiento, me encuentro en capacidad de expresarlo y dejo constancia que los espacios en blanco han sido llenados antes de mi firma y Autorizo inicio de tratamiento.

Firma del paciente o persona responsable

C.C.

Testigo

C.C.

* Parentesco en caso de firmar persona distinta al paciente

Dejo constancia que he explicado la naturaleza propósito ventajas, riesgos y alternativas del tratamiento señalado y que ha respondido a todas las preguntas formuladas por el paciente o la persona responsable de este.

Calle 49 No. 28-10 - Consultorio 508 - Edificio Galileo - Teléfono 647 1900

Celular: 315 318 1184

Bucaramanga - Colombia