



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
POSGRADO DE CIRUGÍA ORAL Y MAXILOFACIAL

**CAMBIOS DE LOS TEJIDOS BLANDOS EN CIRUGÍA ORTOGNÁTICA CON
PLANEACIÓN VIRTUAL PARA PACIENTES CON DEFORMIDAD
DENTOFACIAL. REVISIÓN SISTEMÁTICA**

PRESENTA

C.D. CLAUDIA LIZBETH PANIAGUA MUÑOZ

DIRECTOR DE TESIS

C.M.F. OSCAR ARTURO BENÍTEZ CÁRDENAS

ASESORES

C.M.F. VICTOR FIERRO SERNA

M. EN C. PAULINA LÓPEZ ROJAS

San Luis Potosí, S.L.P. Abril 2022



CAMBIOS DE LOS TEJIDOS BLANDOS EN
CIRUGÍA ORTOGNÁTICA CON PLANEACIÓN
VIRTUAL PARA PACIENTES CON
DEFORMIDAD DENTOFACIAL. REVISIÓN
SISTEMÁTICA por CLAUDIA LIZBETH
PANIAGUA MUÑOZ se distribuye bajo una
[Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0
Internacional.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

ÍNDICE GENERAL

1. ANTECEDENTES	5
ANOMALÍA DENTOFACIAL	
CIRUGÍA ORTOGNÁTICA	
PLANEACIÓN VIRTUAL	
2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	20
2.1 JUSTIFICACIÓN	
3. OBJETIVOS	21
3.1 OBJETIVO GENERAL	
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
4. SUJETOS Y MÉTODOS	22
4.1 DISEÑO DEL ESTUDIO	
4.2 LUGAR DE REALIZACIÓN	
4.3 PLAN DE TRABAJO	
5. CRITERIOS DE SELECCIÓN	24
5.1.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	
5.1.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	
5.1.3 CRITERIOS DE ELIMINACIÓN	
5.2 FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	
6. RESULTADOS	26
7. CONCLUSIONES.	33
7. CONSIDERACIONES ÉTICAS	33
7.1 RECURSOS HUMANOS	
7.2 RECURSOS FINANCIEROS	
7.3 CONFLICTO DE INTERÉSES	
8. REFERENCIAS	34

ABREVIATURAS Y GLOSARIOS DE TÉRMINOS

PV: Planeación virtual, CBCT: Tomografía Computarizada Cone Beam, PQV: Planeación quirúrgica virtual, PQT: Planeación quirúrgica tradicional, Mx: maxilar.

PALABRAS CLAVE

Cirugía ortognatica, planeación virtual, tejidos blandos, anomalía dentofacial.

1. ANTECEDENTES

Anomalía dentofacial

Desarrollo esquelético

Para poder comprender las anomalías dentofaciales es necesario conocer un poco sobre la formación de complejo maxilofacial y como esto puede conllevar a alguna anomalía. El complejo craneomaxilofacial puede dividirse en 4 unidades principales: **bóveda craneal, base de cráneo, complejo nasomaxilar y mandíbula**. Cada una de estas unidades tiene un crecimiento regulado hasta cierto punto por factores intrínsecos y extrínsecos. (1)

- **Bóveda craneal:** el crecimiento óseo postnatal produce un estrechamiento de las suturas con todas las fontanelas, cerrándose dentro de los primeros 2 años. La presión ejercida por el cerebro en desarrollo determina el tamaño y forma del cráneo. A medida que el cerebro se expande, la presión interna crea tensión a través del tejido conectivo a las suturas y resulta en un crecimiento por compresión contra los huesos del cráneo, resultando en un crecimiento óseo intramembranoso por la presencia de suturas y aposición superficial. La fusión prematura puede distorsionar la forma del cráneo. A la edad de 6 o 7 años de edad, la tabla interna se vuelve estable debido al cese de crecimiento del cerebro, sin embargo la tabla externa continua remodelándose debido a las fuerzas musculares. (1)
- **Base de cráneo:** la forma de la base de cráneo es relativamente estable durante el crecimiento, debido a que comúnmente tiene un potencial de crecimiento intrínseco mayor. Se forma principalmente de cartílago que se forma por debajo del cerebro a la 6ª semana de vida embrionaria. La base craneal anterior madura más temprano que la base craneal posterior, con el cierre de la sincondrosis intraoccipital posterior durante los siguientes 2 a 3 años postnatales y la sincondrosis intraoccipital anterior cierra a la edad de 3 a 4 años de edad. El crecimiento postnatal prolongado de la sincondrosis esfeno-occipital permite el crecimiento posterior del maxilar para proveer hueso adecuado para el desarrollo posterior de los dientes permanentes y

un adecuado espacio para la nasofaringe. La falla en el crecimiento óseo endocondral normal en la base de cráneo se manifiesta en acondroplasia, causada por una mutación en el gen FGFR3, que usualmente resulta en una deficiencia asociada con maloclusión clase III. (1)

- **Complejo Nasomaxilar:** el desplazamiento de la región nasomaxilar hacia abajo y adelante ocurre debido al continuo crecimiento del cerebro y base de cráneo. Esta transposición antero inferior es aumentado por el crecimiento entre la base de cráneo, maxilar y el crecimiento del septum nasal. La traslación hacia abajo y adelante resultante desplaza los huesos adyacentes y permite un adecuado espacio para el desarrollo de la nasofaringe y crecimiento aposicional en la porción posterior del maxilar y tuberosidades del maxilar para proveer espacio alveolar posterior para el desarrollo y erupción de los molares maxilares. El crecimiento del maxilar también depende de varias matrices funcionales. Adicionalmente al efecto del crecimiento del cerebro en la posición del maxilar, hay una influencia del crecimiento del globo ocular y su movimiento funcional en el tamaño y forma de las órbitas, la influencia de la respiración en la cavidad nasal, la influencia de la función oral en determinar el desarrollo de la tuberosidad, paladar y alveolos, y los tejidos blandos circundantes, todos estos roles funcionales contribuyen en determinar la extensión del crecimiento sutural y modelación del complejo nasomaxila. (1)

Aunque la neumatización secundaria de los senos maxilares inicia prenatalmente, no ocurre con los otros senos paranasales hasta después del nacimiento (los primeros 2 años postnatales para los senos frontal y etmoidal y a los 6 y 7 años para los senos esfenoidales). El crecimiento vertical del proceso alveolar maxilar es rápido durante la erupción dental. Este desarrollo alveolar prevé una gran contribución a la profundidad y ancho del paladar así como a la altura vertical de la cara. El crecimiento transversal ocurre por desplazamiento lateral de los cuerpos maxilares por medio de la sutura palatina medial y la reabsorción ósea de los bordes laterales de la cavidad nasal. El crecimiento de la sutura palatina media

termina después de los 2 primeros años postnatales, pero la sutura permanece patente hasta la adolescencia tardía, y por lo general no se completa hasta la 3ª década de la vida. (1) Alteraciones en esta unidad causan anomalías en la región del tercio medio facial.

- **Mandíbula:** presenta el crecimiento más retrasado durante el desarrollo embriológico y en la vida postnatal. Aunque usualmente tiene una posición más retrusiva en relación con el maxilar en el nacimiento, el crecimiento postnatal corrige esta discrepancia rápidamente. No hay centro de crecimiento intrínsecos en el crecimiento mandibular. Los sitios primarios de crecimiento mandibular postnatal son la aposición endocondral que ocurre en los cartílagos del cóndilo y el extenso remodelado intrínseco de la superficie. El crecimiento del cartílago del cóndilo contribuye mayormente a la altura total de la rama, mientras que el crecimiento del hueso alveolar contribuye aproximadamente al 60% de la altura del cuerpo mandibular. La posición final de la mandíbula durante el crecimiento es el resultado de la combinación de influencias de rotación mandibular externa del crecimiento nasomaxilar hacia abajo y la erupción dental y rotación mandibular interna por modelación compensatoria. (1)

Desarrollo dental

El proceso alveolar contribuye en gran proporción a la altura vertical del tercio inferior de la cara. Su desarrollo depende completamente de la presencia y erupción de los órganos dentarios primarios y permanentes. La erupción de los dientes maxilares mejora la dimensión vertical del maxilar con el desarrollo posterior de las tuberosidades para el desarrollo y erupción de los dientes maxilares posteriores. En la mandíbula, la reabsorción posterior progresiva de la rama mandibular y la aposición anterior de las ramas proporcionan espacio alveolar para el desarrollo y la erupción de los dientes mandibulares posteriores. La erupción de los dientes mandibulares permite el crecimiento vertical de la mandíbula y también contribuye a la altura de la cara. (1) Las alteraciones en esta

unidad funcional causan aumento o disminución en la dimensión vertical del maxilar y mandíbula.

Los individuos con crecimiento facial clase III tienden a tener una erupción dental mandibular anterior mínima y algo distal, mientras que el crecimiento facial clase II resulta en una erupción dental anterior mandibular mayor para compensar las discrepancias esqueléticas anteroposteriores subyacentes. El patrón de crecimiento facial corto tiende a promover la rotación mandibular anterior con una mayor verticalización de los incisivos y la profundización de la sobremordida anterior, mientras que el patrón de crecimiento facial largo da como resultado una rotación mandibular posterior con una mayor protrusión de los incisivos y apertura de la sobremordida anterior. (1)

Desarrollo facial

El desarrollo de los tejidos blandos faciales sigue a los huesos faciales subyacentes, pero no está directamente relacionado con el crecimiento óseo. En los niños el tejido blando es más grueso que el esqueleto subyacente debido al tejido celular subcutáneo. Esto es una de las razones por las cuales es más difícil evaluar las posibles discrepancias esqueléticas subyacentes en los niños basándose únicamente en la apreciación clínica. En la infancia y la niñez temprana se observa un perfil más convexo debido al grosor del tejido blando con una posición retrognática relativa de la mandíbula. El grosor de los labios aumenta hasta que alcanza el máximo al final de la pubertad, luego disminuye en la adolescencia y en la edad adulta. Estos cambios continuos, combinados con el crecimiento nasal hacia adelante así como la proyección mandibular anterior y del mentón, deja a los labios en una posición más retrusiva en apariencia. Estos cambios crean usualmente un perfil más plano en adolescentes y adultos. (1)

El tercio superior de la cara crece más rápidamente en la edad temprana de la vida debido al crecimiento del cerebro y logra su tamaño final tempranamente, terminando la mayor parte del crecimiento a los 12 años. La altura de la órbita alcanza el 55% de su altura al nacer y el 94% a los 7 años. El tercio medio e inferior de la cara están menos afectados por el crecimiento del cerebro, creciendo

mas lentamente y durante más tiempo. La mayor parte del tercio medio esta completo en la pubertad, y el tercio inferior continua su crecimiento más allá de la pubertad hasta la edad adulta. (1)

El crecimiento facial sigue una secuencia en la cual el crecimiento transversal termina primero, seguido por el crecimiento anteroposterior y finalmente el vertical, aunque los tres continúan en cierta medida hasta la edad adulta. A medida que el maxilar y la mandíbula crecen hacia delante y abajo, el crecimiento anteroposterior y vertical comienzan a desempeñar un papel proporcionalmente mayor. El ancho de ambos maxilares, incluyendo las arcadas dentarias, se completa en gran medida antes de la adolescencia, con la excepción de los arcos dentales que logran un mayor crecimiento posteriormente debido al incremento continuo de la longitud de los maxilares. Conforme los maxilares se desplazan y crecen hacia abajo y adelante, el crecimiento anteroposterior y vertical comienzan a asumir roles más importantes. El crecimiento anteroposterior está acompañado y seguido por el crecimiento vertical, principalmente en la mandíbula, a menudo continúa más allá de la pubertad, incluso hasta la tercera y cuarta década. El crecimiento en mujeres tiene en promedio un crecimiento vertical maxilar más tardío que los hombres. Si el crecimiento mandibular no coincide con estos cambios tardíos del maxilar, la mandíbula se rota hacia abajo y atrás, resultado en un perfil más convexo. En promedio, los hombres tienen más probabilidades de tener un crecimiento mandibular tardío que puede ser beneficioso para mejorar una protrusión maxilar o una retrusión mandibular, pero es una desventaja cuando hay un prognatismo mandibular o una retrusión maxilar antes del crecimiento tardío. (1)

Edward Angle contribuyó al entendimiento en el diagnóstico y tratamiento ortodóntico. El sistema de Angle se describió en 1899 en la publicación "Clasificación de la maloclusión" en el Dental Cosmos y ha persistido hasta la fecha. (2)

Angle creía que la armonía y el balance facial eran posibles únicamente con una dentición completa y una oclusión "normal". También creía que el patrón de

erupción de los primeros molares maxilares permanentes hace que adopten una posición normal. (2)

En 1900 Angle consideró que los primeros molares y los caninos permanentes maxilares eran dientes importantes de los cuales se podía establecer una relación interarcada mesio – distal de las arcadas dentales, pero también creía que todos los dientes debían tomarse en consideración. El método de Angle para el diagnóstico dental lo dividió en tres categorías: Clase I, Clase II y Clase III. (2)

Clasificación de Angle:

- **Clase I:** La cúspide mesiovestibular del primer molar superior al ocluir, cae en el surco vestibular del primer molar permanente inferior.
 - **Clase II:** El surco vestibular del primer molar permanente inferior, esta por distal de la cúspide mesio – vestibular del primer molar superior permanente.
 - a) Clase II división 1: Cuando los incisivos maxilares están inclinados hacia vestibular y existe un aumento del resalte.
 - b) Clase II división 2: Cuando los incisivos superiores están inclinados hacia palatino, causando apiñamiento en los incisivos laterales y caninos superiores.
 - **Clase III:** El surco vestibular del primer molar inferior permanente, está por mesial de la cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente.
- (3)

La maloclusión puede diferenciarse también en leve (dentoalveolar) o forma severa (esqueletal), la cual tiene un impacto en la apariencia facial. Si este es el caso, el termino correcto es “anomalía dentofacial”. (4)

Las anomalías dentofaciales son aquellas desviaciones significantes de la desproporción normal del complejo maxilomandibular que también afecta negativamente la relación de los dientes dentro de cada arcada y la relación oclusal entre si. Aparte del deterioro funcional (masticación, respiración, habla, traumatismo oclusal con atrición, deterioro periodontal, afección de las articulaciones temporomandibulares), las anomalías dentofaciales pueden causar

una tensión psicosocial importante en los pacientes afectados. Las formas de maloclusión de leve a moderadas pueden corregirse por tratamiento de ortodoncia únicamente. Sin embargo, la corrección de formas severas de maloclusiones con una incorrecta relación intermaxilar típicamente requiere de procedimientos quirúrgicos del maxilar o mandíbula o ambas en combinación con tratamiento ortodóntico. (4) Para el manejo de las deformidades dentofaciales es indispensable un diagnóstico preciso, han existido múltiples estudios que nos ayudan a establecer numerosos puntos cefalométricos y que nos permiten realizar los movimientos necesarios en el maxilar y la mandíbula para llevarlos a una correcta relación dento-esquelética. (5)

La estética facial tiene que ver con la armonía facial, la autoestima, autoimagen y la percepción de la belleza. Muchos pacientes no expresan realmente sus necesidades. Expresan problemas funcionales, pero su real preocupación, en la mayor parte de los casos, es estética. Las funciones de respiración, deglución, fonación, masticación, oclusión deben estar en los objetivos a conservarse o restituirse por parte del especialista, pero el tratamiento sería un fracaso si no se atiende la demanda, a veces no bien explicada, por el paciente y que responde a su profunda necesidad real. La armonía nos da belleza. (6)

Otro punto que tomar en cuenta cuando se habla sobre deformidades o asimetrías dento-esqueléticas es la evaluación psicosocial, se considera también un reto tratar a pacientes con problemas psicosociales o psiquiátricos, particularmente cuando permanecen subyacentes hasta el posoperatorio. Es imperativo que los clínicos conozcan los datos de alarma que pueda presentar el paciente durante la evaluación inicial, con el fin de descartar problemas psicológicos, y sobre todo detectar aquellos pacientes que presenten desorden dismórfico corporal anteriormente llamado dismorfobia y que se define como la preocupación excesiva y desproporcionada por un defecto mínimo o imaginario en la apariencia física. Generalmente se encuentra el defecto en la cara, aunque puede ser en cualquier parte del cuerpo. Esta condición demanda constantemente soluciones médico – quirúrgicas. Este trastorno psiquiátrico es habitualmente subdiagnosticado, lo que puede desencadenar una acción iatrogénica e incluso consecuencias médico

legales. Aproximadamente el 10% de los pacientes que requieren cirugía ortognática han demostrado síntomas de desorden dismórfico corporal. El tratamiento ortognático en un paciente con trastornos subyacentes de la imagen corporal generalmente no mejora los síntomas psicológicos e incluso puede empeorarlos, dejando al cirujano con un paciente insatisfecho, aunque con resultado objetivamente bueno. (7)

Cirugía Ortognática

Principios de la cirugía ortognática

Las personas usualmente reconocen la malposición dental y las deformidades de los maxilares por lo que buscan tratamiento con el ortodoncista, quienes pueden mejorar la alineación dental, mejorar la función y la estética dental. Las anomalías que requieren una combinación de ortodoncia y cirugía para su corrección se denominan anomalías dentofaciales. Estas anomalías pueden afectar la función orofacial de muchas maneras. La masticación puede estar alterada y en casos severos, esta alteración puede afectar la digestión y el estado nutricional en general. La incompetencia labial debido al exceso de crecimiento vertical del maxilar resulta en respiración oral, lo cual elimina el efecto fisiológico de la nariz en la respiración. Los dientes en malposición pueden dificultar la higiene oral, predisponiendo a la presencia de caries y enfermedad periodontal. La función normal de la articulación temporomandibular a menudo esta afectada por diferentes tipos de anomalías dentofaciales. (8) Así como una retrognatia mandibular puede causar trastornos como apnea obstructiva del sueño.

La combinación de ortodoncia y la corrección quirúrgica es considerada la mejor modalidad de tratamiento para las anomalías dentofaciales una vez que el crecimiento ha terminado. (8)

Objetivos de tratamiento en cirugía ortognática

Reyneke en su libro refiere que existen tres objetivos en el tratamiento, son fundamentales en cirugía ortognática: 1) función, 2) estética y 3) estabilidad. Estos tres objetivos forman la base en las metas en el tratamiento de pacientes con deformidad dentofacial y a menudo van de la mano. Sin embargo cabe destacar que también presenta una mejora en la vía aérea. (8)

Con la creciente importancia de los resultados estéticos de la cirugía, los cirujanos ahora se enfocan en la adaptación de los tejidos blandos a los movimientos esqueléticos. (9)

Historia

- 1849. Simon P. Hüllihen describió por primera vez un procedimiento para la corrección de protrusión mandibular en el American Journal of Dental Science.
- 1868. David Williams Cheever, reportó por primera vez una osteotomía Le Fort I para exponer y retirar un pólipo nasofaríngeo.
- 1887. Berger, describió osteotomías de cuello de cóndilo bilateral para retroceso mandibular.
- 1895. Jaboulay reportó osteotomías condilares para el prognatismo mandibular.
- 1897. Vilray Blair, llevo a cabo un procediendo modificando la osteotomía original de Hüllihen.
- 1898. Whipple y Angle, ambos ortodoncistas, reportaron casos de corrección de prognatismo. Los cirujanos involucrados fueron Harvey Mudd y Vilray Blair.
- 1912. Harsha reportó resecciones en cuña en cuerpo mandibular cerca del ángulo de manera bilateral.
- 1921. Cohn – Stock, fue el primero en reportar una osteotomía maxilar electiva para establecer una adecuada oclusión.
- 1927. Wassmund, publicó una osteotomía maxilar completa para corregir una maloclusión postraumática. Durante la cirugía no se dio cuenta de las

inserciones posteriores del maxilar a las apófisis pterigoides y se baso en la tracción postquirúrgica para lograr el movimiento adecuado.

- 1928. Von Eiselberg propone una osteotomía “escalonada” en el cuerpo mandibular y Limberg completo la osteotomía en “L” del cuerpo mandibular para mejorar el contacto óseo.
- 1932. Kansanjian reporto una técnica en 2 pasos para osteotomía mandibular, la cual requería de extracciones de premolares.
- 1934. Auxhausen, describió la osteotomía del maxilar. Es el primer registro de una osteotomía maxilar con la liberación de las apófisis pterigoides y reposicionamiento.
- 1936. Kansanjian realizó osteotomías mandibulares escalonadas anterior al foramen mentoniano con extensión al cuerpo mandibular para permitir un avance y una aproximación de los fragmentos.
- 1942. Hofer, cirujano alemán. Describió una genioplastia realizada en un cadáver.
- 1945. Sanford Moose, primero en describir una técnica intraoral con osteotomías horizontales de rama mandibular para corrección de prognatismo mandibular.
- 1950. Convers, colocó injertos óseos intraoralmente para proyectar el mentón hacia delante. En este año también se les atribuyo a Gilles y Harrison el primer intento de osteotomía Le Fort III.
- 1953. Obwegeser, realizó su primer osteotomía sagital mandibular, la cual reporto en 1955.
- 1954. J. B. Caldwell y G. S. Letterman idearon una osteotomía vertical de rama ascendente que involucra la decorticación y perforación de las corticales para permitir un retroceso mandibular y fijación con alambres de manera directa.
- 1955. Schuchardt, introdujo una osteotomía maxilar posterior en 2 etapas.
- 1956. Robinson publicó sobre la corrección de prognatismo a través de un abordaje extraoral con osteotomías verticales de rama.

- 1957. Trauner y Obwegesser, publicaron una osteotomía horizontal intraoral del borde inferior de la mandíbula, dejando un segmento pediculado a la musculatura lingual.
- 1959. Köle, describe la combinación de osteotomías segmentarias subapicales anteriores para corrección de protrusión bimaxilar. Este año también Obwegesser reconoció la importancia de separar las apófisis pterigoides y la completa movilización del maxilar para el éxito de la cirugía.
- 1960. Caldwell describió la osteotomía vertical de rama con interposición de injerto óseo de cresta iliaca para corrección de micrognatia.
- 1966. Hugo Obwegesser introdujo sus técnicas en cirugía ortognática a cirujanos norteamericanos.
- 1967. Paul Tessier, presentó resultados de osteotomías Le Fort III en pacientes con síndrome de Crouzon y Apert.
- 1975. Gross y James, reportaron sus experiencias con la movilización completa del maxilar y mandíbula.

La tecnología ha tenido un alto impacto en cada faceta de la vida y la cirugía ortognática no es la excepción. Iniciando con la introducción de Geoffrey Walker sobre los beneficios de la digitalización de radiografías cefalométricas y el uso de cefalometría en planeación de cirugía ortognática. (10)

Gatano y Xia de Houston y Swennan de Bélgica, independientemente desarrollaron sistemas utilizando imágenes tridimensionales para asistir la planeación virtual para cirugía ortognática. (10)

La ortodoncista Lucia Cevitanes, fue quien calculó los cambios volumétricos de tamaño y forma así como los cambios posicionales y de remodelación de los tejidos duros y blandos seguidos de la cirugía ortognática. Utilizando tomografía cone beam, desarrollo métodos de análisis que proporcionaron el entendimiento invaluable de los cambios adaptativos asociados a cirugía ortognática. Nooreyazdan y Trotman, también ortodoncista, usaron fotografías 3D para delinear aún más los cambios estéticos en los tejidos blandos asociados con cirugía ortognática. (10)

Planeación virtual

Para obtener la estética facial ideal y funcional como resultado de la cirugía ortognática, la eficacia de la planeación es crucial. (11)

La planeación quirúrgica maxilofacial es un proceso multinivel. Involucra la incorporación de la evaluación clínica de los tejidos blandos, estructuras esqueléticas y la dentición. Estos tres componentes deben ser evaluados independientemente y luego como una unidad para entender la deformidad y la reconstrucción requerida. (12)

El análisis cefalométrico ha sido una herramienta para abstraer la complejidad del esqueleto craneofacial humano en un esquema geométrico que permite la comparación con datos normativos y con el tratamiento objetivo ideal ortodóntico quirúrgico. Durante más de medio siglo esto implicó 1) obtener radiografías laterales de cráneo en 2D usando un cefalostato estandarizado, 2) realizar el marcaje de estructuras clave en la anatomía, 3) medir distancias lineales y ángulos y 4) comparar las medidas con la norma de población específica. Si bien la evaluación de perfil fue suficiente para la mayoría de los pacientes quienes presentaban deformidades dentofaciales del desarrollo, la planeación de tratamiento se vuelve menos confiable en pacientes con asimetría facial. (12)

Lo que causa errores en el diagnóstico y por lo tanto en la planeación de la cirugía.

Los datos obtenidos en 2D pueden subestimar significativamente los movimientos, lo cual puede explicarse por la disminución de movimiento reportado. (13)

La cefalometría es definida por el Diccionario Médico Ilustrado de Dorlan como las medidas científicas de dimensiones de la cabeza. El análisis cefalométrico inició con estudios realizados por William Downs en 1940, seguido por Reidel, McNamara, Steiners, Rickets, Tweed, Sasouni, Burston y otros. (12)

Con los avances recientes en la computación para imágenes médicas tridimensionales para la cirugía ortognática han permitido un gran avance y un diagnóstico virtual, planificación del tratamiento y evaluación sin precedentes de los resultados del tratamiento de las deformidades maxilofaciales. (14)

Desde los 1990's, las imágenes de la tomografía en 3D con reconstrucción de datos adquiridos en 2D se han vuelto rutinario en el entorno clínico. Las imágenes 3D proveen una mejor visualización y detalles de la morfología de la estructura esquelética, arcadas dentales y los tejidos blandos. (12)

El éxito de la cirugía ortognática depende de la técnica quirúrgica y la eficacia del plan quirúrgico. Actualmente el software para planeación quirúrgica virtual (VSP) es capaz de simular los procedimientos quirúrgicos con un incremento en la aplicabilidad: desde el laboratorio de investigación a la aplicación clínica. (12) La planeación virtual ofrece nuevas posibilidades para visualizar la relación entre las arcadas dentarias y las estructuras óseas circundantes en un modelo único virtual. (15)

La planeación y cirugía ortognática asistida por computadora, utiliza un software con análisis cefalométrico tridimensional de los huesos y los tejidos blandos y lleva a cabo los movimientos quirúrgicos para lograr la armonía dentoalveolar ideal y transferir la planeación virtual al entorno quirúrgico mediante una guía quirúrgica. Algunos autores han reportado que la planeación quirúrgica asistida por computadora ha incrementado la efectividad de la cirugía ortognática con mas precisión en la osteotomía que con la planeación quirúrgica clásica. (16) La planeación virtual ayuda a optimizar los resultados en la mejoría de los tiempos quirúrgicos. Su utilidad ha sido altamente comprobada, ya que aporta grandes ventajas con respecto a los métodos tradicionales de la planificación en cirugía ortognática, siendo el origen de uno de los grandes cambios que representa la evolución en el campo de la cirugía maxilofacial. La planeación 3D nos permite previsualizar con un control preciso de los movimientos del maxilar y la mandíbula sin pasar por alto la posición condilar. (5)

Las ventajas que ofrece la planeación virtual a la convencional incluyen: 1) Una evaluación diagnóstica en un modelo virtual en 3D, esta herramienta diagnóstica hace posible detectar y cuantificar la cantidad dental, deformidades de los maxilares y algunas otras asimetrías faciales que no han podido ser detectadas en el examen físico, análisis cefalométrico en 2D de la radiografía lateral de cráneo o en modelos de yeso montados en articulador. 2) La planeación virtual en 3D

provee al cirujano simular diferentes procedimientos quirúrgicos libremente para obtener el mejor resultado posible para el paciente. 3) La planeación virtual 3D facilita la evaluación y la corrección de la relación céntrica en la articulación temporomandibular. Estas discrepancias en relación céntrica pueden ser identificadas y corregidas previas a la cirugía. Desde que se reportó la reabsorción y el desplazamiento condilar posoperatoriamente seguido de cirugía ortognática, optimizar la eficacia de transferir el plan virtual al paciente permanece siendo crítico en la implementación de nuevos protocolos de planeación. (15)

Es importante mencionar que se utilizan los mismos puntos anatómicos para el análisis cefalométrico en la planeación virtual y clásica. Así que las posibilidades de error son las mismas para los dos tipos de análisis, ya que son asignados por el cirujano y no por el ordenador. Sin embargo, los resultados de la planeación asistida por computadora resultan en menos pasos preoperatorios para el cirujano, lo cual disminuye el número de errores sistemáticos en las osteotomías. (16)

Muchos autores han sugerido la utilización de los análisis de las partes blandas como la verdadera guía para el tratamiento oclusal y predicción de los cambios faciales. (17) Sin embargo, la predicción de los tejidos blandos es de las partes más complejas al momento de realizar la planeación de la cirugía ortognática, ya que depende de varios factores como el tipo y grosor de la piel del paciente.

La colocación adecuada de la posición de la cabeza es imprescindible para asegurar la fiabilidad del análisis cefalométrico de las partes blandas. (17) Los valores de la armonía exploran 4 áreas de equilibrio: balance intermandibular, balance intermaxilar, balance de la órbita respecto a los maxilares y balance de la cara completa. Los grupos de armonía son esenciales para lograr resultados dentofaciales excelentes. (17)

Con la valoración de los tejidos blandos es posible predecir los cambios estéticos en el paciente con deformidades dentofaciales. Actualmente la cirugía ortognática exige la valoración de la estética facial para lograr un tratamiento completo de las deformidades dentofaciales. (18)

La apariencia facial y nuestras conductas expresivas tienen un impacto mayor en como nos percibidos y como somos percibidos. Muy poco se sabe sobre los

tejidos blandos pre y postquirúrgicos en pacientes con cirugía ortognática y si existen impedimentos en el movimiento en asociación con la deformidad esquelética. (13)

La precisión para los tejidos blandos se considera un reto en la planificación asistida por computadora. Se han reportado resultados contradictorios para la precisión de tejidos blandos, con un análisis lineal entre las fases de planificación preoperatoria y posoperatoria que indica una mayor inexactitud para el maxilar y menos inexactitud para mandíbula. La inexactitud en maxilar puede ser explicado por el uso de cierre en V – Y, que recontornea la porción anterior del maxilar, así como los diferentes tipos de altura en las osteotomías asociado con la inhabilidad del software para reproducir estos procedimientos quirúrgicos. (16)

La reposición esquelética, particularmente en osteotomía Le Fort I, puede generar cambios indeseables en los tejidos blandos en la región nasolabial, lo cual incluye punta nasal hacia arriba, ensanchamiento de la base alar, aplanamiento y adelgazamiento del labio superior, comisuras labiales hacia abajo y pérdida del bermellón labial superior. El manejo de los cambios en los tejidos blandos después de la cirugía ortognática requiere de análisis tridimensional debido a la complejidad del comportamiento de los tejidos blandos y porque las áreas asimétricas no pueden ser medidas adecuadamente usando imágenes en dos dimensiones. La eficacia de la simulación de los tejidos blandos en 3D se basa en la habilidad de los algoritmos en computación para predecir los movimientos de tejidos blandos. (9)

El manejo de los tejidos blandos después de la cirugía ortognática requiere análisis tridimensional debido a la complejidad del comportamiento de los tejidos blandos y porque existen áreas de asimetría que no pueden ser medidas adecuadamente usando imágenes en dos dimensiones. (9)

En la planeación virtual asistida por computadora, el plan virtual es transferido al paciente usando guías quirúrgicas, las cuales pueden ser fabricadas directamente del plan virtual usando un diseño asistido por computadora y fabricación asistida por computadora (CAD/CAM). (15)

La planeación virtual 3D abre la posibilidad para la evaluación de los tejidos duros y blandos de la región craneofacial desde múltiples perspectivas mientras se planea el resultado óptimo del paciente. El uso de tejido óseo y blando para planificar la línea media es importante, ya que la línea media facial ósea (líneas medias nasales, maxilares y mandibulares) no siempre es congruente con la línea media de los tejidos blandos (columnela, filtrum y arco de cupido). Es imperativo que el cirujano respete la línea media del tejido blando de la cara y se dé cuenta de que tiene prioridad sobre la línea media ósea, porque es la línea media del tejido blando la que el observador alinea visualmente con las líneas medias dentales del maxilar y la mandíbula. La representación precisa del movimiento del labio es un reto particularmente difícil. (15)

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los cambios de los tejidos blandos en cirugía ortognática con planeación virtual para pacientes con deformidad dentofacial?

2.1 JUSTIFICACIÓN

Actualmente la cirugía ortognática ha sufrido cambios que van desde el diseño de los abordajes, tipos de osteotomías así como al método de planeación quirúrgica, todo esto con el fin de mejorar este procedimiento que es tan complejo, para poder realizarlo en menos tiempo y tener resultados posoperatorios más satisfactorios para el paciente, sin embargo aún no se ha podido establecer un método exacto o preciso para la predicción con respecto a los tejidos blandos, ya que se pueden presentar cambios que pueden o no favorecer la estética facial del paciente. Actualmente los estándares de estética han ido incrementando, por lo que muchos pacientes además de mejorar su salud dental buscan también una mejora en la estética facial. Y en cambio hay pacientes que se someten a este tipo de cirugías con el fin de poder resolver alguna alteración en la vía aérea, pero la mayoría de ellos buscarán resultados clínicos más estéticos.

Se cuenta con métodos sofisticados para la planeación quirúrgica virtual y dados estos avances tecnológicos, se puede planear en base a modelos 3D gracias a que existen softwares que nos permiten una visualización en 3D del paciente, lo que permite una mejor valoración y por lo tanto un diagnóstico clínico más acertado ya que no se está valorando al paciente en dos dimensiones como se realiza con la planeación análoga sino que con estos softwares nos permite una valoración en tres dimensiones con lo cual se puede valorar y diagnosticar mejor a aquellos pacientes con asimetría facial, sin embargo estos softwares planean de acuerdo a las bases óseas del paciente, y hasta la fecha no se cuenta aun con un método preciso para poder valorar el movimiento que van a sufrir los tejidos blandos faciales, haciendo esto que los resultados obtenidos de una planeación virtual no sea completamente fidedigna y por lo tanto los resultados estéticos finales no son completamente exactos a lo que se esperaba o pretendía lograr.

Se realizará una búsqueda que nos permita saber si existe alguna predicción de los tejidos blandos posterior a los movimientos de cirugía ortognática por medio de planeación virtual, esto con el fin de tener un mejor conocimiento o por lo menos obtener la mejor predicción posible. Se sabe que los mayores cambios son en la región paranasal, sin embargo estos movimientos pueden estar también en relación al cincho de las bases alares o un cierre en V-Y que permiten realizar cambios en los tejidos blandos. Para la región mandibular y de mentón estos cambios son más predecibles, sin embargo, desconocemos la exactitud de estos resultados, por lo que se pretende que en base a revisión bibliográfica encontremos esta predicción

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Describir los cambios de los tejidos blandos en cirugía ortognática con planeación virtual para pacientes con deformidad dentofacial

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisión de bases de datos como: PubMed, Cochrane, Trip Database, Dentistry & Oral Sciences Source y Scielo. CREATIVA Metabuscadores de acceso libre.
- Se incluyeron artículos con los siguientes límites: artículos publicados entre el 2016 al 2021, artículos en los idiomas inglés y español, que en el título incluyeran las siguientes palabras: cirugía ortognática, planeación virtual, tejidos blandos.

4. SUJETOS Y MÉTODO

4.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Revisión sistemática

4.2 LUGAR DE REALIZACIÓN

Facultad de Estomatología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, S.L.P., México.

4.3 PLAN DE TRABAJO

- Se realizó una búsqueda a través de las bases de datos de PubMed, Cochrane, Trip Database, Dentistry & Oral Sciences Source y Scielo con la estrategia PICO como se define a continuación: Población (P): Pacientes con deformidad dentofacial; intervención (I): cirugía ortognática bimaxilar, monomaxilar o mentoplastía; comparación (C): cantidad de movimiento en la planeación virtual y en el posoperatorio, tipo de movimientos de los maxilares o mentón; resultados (Outcomes) (R): evaluar los cambios de los tejidos blandos.
- Los límites para la estrategia de búsqueda serán: artículos publicados del 2016 al 2021, en los idiomas inglés o español. Se incluirán todos los

artículos con texto completo (de tipo revisiones sistemáticas, retrospectivos, revisión de literatura y estudios aleatorizados controlados y doble ciego con texto completo). También se realizarán búsquedas manuales en las listas de referencias de todos los artículos seleccionados para identificar estudios adicionales potencialmente relevantes.

- Para la búsqueda principal, se utilizará la siguiente estrategia utilizando descriptores Orthognathic Surgical Procedure OR Procedure, Orthognathic Surgical OR Procedures, Orthognathic Surgical OR Surgical Procedure, Orthognathic OR Surgical Procedures, Orthognathic OR Jaw Surgery OR Jaw Surgeries OR Surgeries, Jaw OR Surgery, Jaw OR Maxillo-Mandibular Surgery OR Maxillo Mandibular Surgery OR Maxillo-Mandibular Surgeries OR Surgeries, Maxillo-Mandibular OR Surgery, Maxillo-Mandibular OR Maxillofacial Orthognathic Surgery OR Maxillofacial Orthognathic Surgeries OR Orthognathic Surgeries OR Maxillofacial Orthognathic Surgery OR Maxillofacial Surgeries OR Maxillofacial Orthognathic Surgery OR Maxillofacial Orthognathic AND Navigation System OR Surgical Navigation Systems OR Surgical Navigation System OR Surgical Navigation Systems OR Surgical Navigation AND Soft tissue.
- La revisión de literatura será realizada por el residente tesista y posteriormente evaluada por el director de tesis basado principalmente en los títulos y los resúmenes de los artículos. Los criterios de inclusión serán: 1) estudios realizados en pacientes con deformidad dentofacial, 2) todo tipo de estudios de tipo aleatorizados controlados y series de casos, así como revisiones sistemáticas previas, 3) cirugía de tipo monomaxilar, bimaxilar o cirugía triple así como mentoplastías, 4) artículos que mencionen los cambios en los tejidos blandos tanto de la región de tercio medio como inferior, 5) estudios que fueron llevados a cabo por planeación virtual y análisis 3D de tejidos blandos, 6) estudios que presenten datos objetivos sobre los tejidos blandos en respuesta a movimientos esqueléticos.
- Posteriormente fueron evaluados por la guía metodológica OPMER.

5. CRITERIOS DE SELECCIÓN

5.1.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Artículos realizados entre los años 2017 y 2021
- Revisiones sistemáticas de literatura, estudios aleatorizados controlados y doble ciego, casos clínicos, meta análisis, retrospectivos.
- Que en el título contengan dos o tres de las siguientes palabras o sus sinónimos: cirugía ortognatica, planeación virtual y tejidos blandos
- Artículos en los idiomas español e inglés.

5.1.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Artículos con texto incompleto
- Artículos que no contengan en el título las palabras: cirugía ortognatica, planeación virtual y tejidos blandos.
- Estudios realizados en otros idiomas
- Aquellos artículos que no demuestren objetivamente los resultados.
- Artículos que no estén dentro del rango de fechas.

5.1.3 CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Estudios piloto.
- Artículos que no se hayan llevado con planeación virtual.

5.2 FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en base a diferentes bases de datos utilizando la plataforma de CREATIVA y con un amplio margen de fechas, con una búsqueda superficial se obtuvieron aproximadamente más de dos mil artículos, por lo que se cree que se cuenta con la información necesaria para poder llevar a cabo una revisión adecuada.

6. RESULTADOS

Estrategia de búsqueda

La búsqueda principal de las bases de datos mayores se realizó en diciembre 2021. Un total de 271 artículos fueron identificados (PubMed n= 52, Cochrane Librería, n= 34, Trip Database, n=17, Dentistry & Oral Sciences Source, n= 152, Scielo, n=16). Después de la exclusión de artículos duplicados y aquellos que el título no era relevante o que no incluyera 2 o 3 de las siguientes palabras: “orthognathic surgery, virtual planning y soft tissue” y estudios piloto, 13 artículos fueron identificados de estos artículos se realizó una búsqueda manual de la lista de referencias citadas en estos artículos, de los cuales se rescataron 6 artículos, obteniendo un total de 19 artículos. (Véase flujograma 1.)

Selección de estudios

Los 19 artículos seleccionados para lectura de resumen, se descartaron 13 estudios, debido a que el contenido del resumen no mencionaba la planeación virtual, los 7 artículos fueron evaluados por la tesista con el apoyo de la guía metodológica OPMER simplificada. Al final de la evaluación de elegibilidad, 6 artículos fueron seleccionados para la lectura de texto completo.

Elegibilidad de estudios

De los 6 artículos seleccionados para lectura de texto completo, solo 4 cumplían con los criterios de inclusión y los cuales fueron evaluados con la guía metodológica OPMER simplificada. Los 2 artículos restantes fueron excluidos por las siguientes razones: el estudio fue basado en análisis 2D, no presentaban objetivos claros en su estudio y obtuvieron un puntaje de 7 con la guía metodológica de OPMER.

Flujograma 1. Diagrama de flujo del procedimiento de selección de estudios.

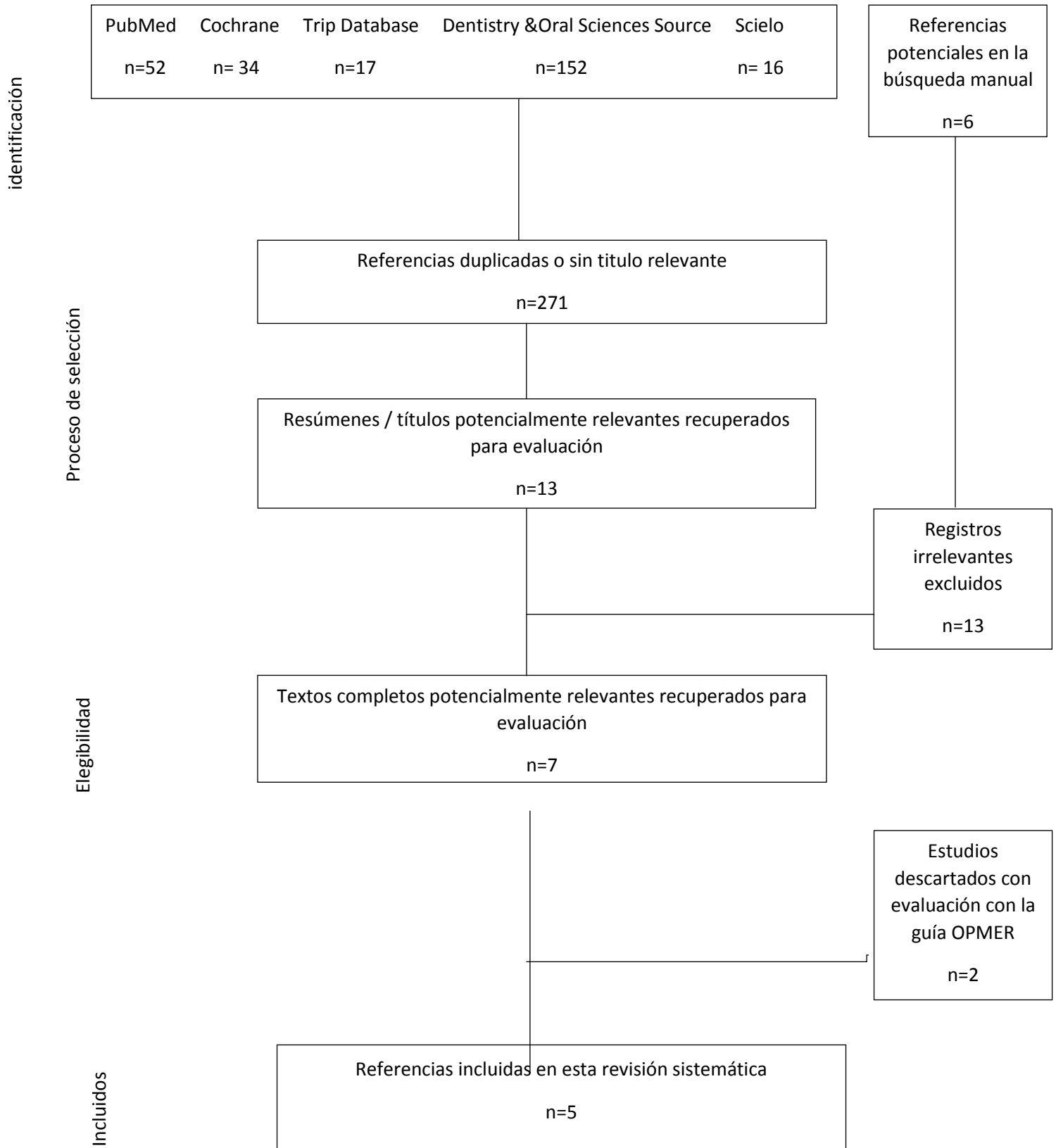


Tabla 1. Metodología de evaluación de los artículos seleccionados

Autor y año.	Objetivo	Criterios de selección	Variables que midieron
Paredes y cols. 2020	Investigar el efecto 3D de la osteotomía Le Fort I en los tejidos blandos faciales.	Pacientes adultos, de 16.7 años a 33.9 años, con deformidad dentofacial, no sindrómicos, que se sometieron a osteotomía Le Fort I	Compararon los tejidos blandos en 3D del área paranasal antes de la cirugía y 6 meses de posoperatorio.
Knoops y cols. 2018.	Investigar las características y limitantes de 3 programas diferentes (Dolphin, ProPlan CMF y PFEM) en la predicción de tejidos blandos y determinar como estas limitaciones pueden afectar la utilidad clínica de la osteotomía Le Fort.	Pacientes entre 18 ± 1 años de edad, sometidos únicamente a avance Le Fort I con reposición vertical y cincho de base alar.	CBCT preoperatoria y la predicción de tejidos blandos utilizando los diferentes softwares fue comparada con la CBCT posoperatoria.
Lee y cols. 2021	Determinar la validez del software ProPlan CMF para la predicción de morfología de tejidos blandos en pacientes Chinos clase III sometidos a cirugía ortognática bimaxilar.	Pacientes clase III que sometieron a cirugía ortognática bimaxilar, de al menos 21 años de edad, sin deformidades congénitas que contaban con CBCT y estereofotogrametría 3D preoperatoria.	Compararon la CBCT preoperatoria con la CBCT, se importaron al software de ProPlan CMF y se registraron las 2 CBCT. Midieron las áreas nasales, labios superiores, áreas paranasales, labio inferior y mentón. Se valoro en mm la diferencia absoluta y agregaron desviación standard (SD)
Horst y cols. 2021	Desarrollar un algoritmo basado en aprendizaje profundo para predecir el perfil de tejido blando virtual después de la cirugía de avance mandibular y comparar su precisión con el modelo de tensor de masa	Pacientes clase II, edad promedio de 29.5 años, no sindrómicos sometidos a BSSO con caso documentado con fotografías 3D y CBCT pre y posoperatorias.	Se recabaron las fotografías 3D y CBCT pre y posoperatorias y se utilizo el algoritmo de punto mas cercano. Los movimientos fueron calculados usando un algoritmo de emisión de rayos desde los estudios preoperatorios a los posoperatorios y se exportaron en mm.
Chen y cols. 2020	Determinar si la planeación quirúrgica virtual es superior a la tradicional en términos de eficacia quirúrgica para tejidos duros y predicción de precisión de tejidos	Pacientes mayores de 18 años con anomalía dentomaxilofacial sometidos a cirugía ortognática.	Revisión sistemática de 8 artículos con 199 pacientes.

Tabla 2. Cambios de tejidos blandos

Autores	Tipo de estudio	Tipo de deformidad facial	Método de análisis	Tipo de movimiento	Cambios en los tejidos blandos
Paredes y cols. 2020	Revisión sistemática de literatura	Clase III = 13 NR = 2 NC = 2	CBCT + Esferofotogrametría	Le Fort I + BSSO 50% Le Fort I 25% Le Fort I + otras intervenciones 25%	<p>Avance mx: cambios mas pronunciados en tercio medio y malar, así como ensanchamiento de la base alar.</p> <p>Impactación mx: incremento de la prominencia labial, ensanchamiento de base alar, movimiento anterior de los surcos nasolabiales.</p> <p>Retroceso maxilar: línea media labial retrocede mientras que el área paranasal y subnasal se mueven adelante.</p> <p>Avance e impactación mx: labio superior hacia delante e incremento de la prominencia transversa. Área paranasal, punta nasal y base alar hacia delante. E incremento en la base alar.</p>
Knoops y cols. 2018.	Ambispectivo	NC = 7	CBCT + Dolphin + ProPlan CMF y PFEM	Le Fort I avance y reposición vertical	Dolphin = $1.8 \pm 0.8\text{mm}$, ProPlan = $1.2 \pm 0.4\text{mm}$, PFEM = $1.3 \pm 0.4\text{mm}$.
Lee y cols. 2021	Ambispectivo	Clase III = 10	Estereofotogrametría + CBCT	Le Fort I + BSSO	La diferencia promedio absoluta fue de 0.73mm. El labio inferior presento la mayor diferencia promedio (1.42 ± 0.77) y un 75% de error.
Horst y cols. 2021	ECCA	Clase II = 133	Estereofotogrametría + CBCT	BSSO	Región de tercio inferior el valor de error

					promedio absoluto fue de $1.0 \pm 0.6\text{mm}$. Grado de precisión de 64.3% y grado medio de precisión de 92.9%. el error absoluto para el labio inferior fue de $1.1 \pm 0.9\text{mm}$ y para el mentón de $1.4 \pm 0.9\text{mm}$.
Chen y cols. 2020	Meta análisis y revisión sistemática	NR	Radiografía cefalométrica + TAC + Fotografías orofaciales	Cirugía bimaxilar, Le Fort I, BSSO, osteotomía vertical de rama mandibular y genioplastia.	Las diferencias promedio en la PQV en plano vertical y horizontal en los tejidos blandos estuvieron por debajo de 1.50mm, mientras que con la PQT fueron mas de 2.0mm. ($P < 0.5$). Una diferencia lineal $> 2\text{mm}$ y plano oclusal $> 4^\circ$

NR: No reportado, NC: No clasificado, PQV: Planeación quirúrgica virtual, PQT: Planeación quirúrgica tradicional, mx: maxilar, BSSO: bilateral sagital Split osteotomy, CBCT: Tomografía computarizada cone beam.

ADQUISICIÓN DE IMÁGENES Y METODO DE ANÁLISIS FACIAL

La principal imagen de adquisición fue la tomografía computarizada cone beam (CBCT) (Knoops y cols., Lee y cols., Paredes y cols. y Horst y cols.) y tres de ellos incluyeron estereofotogrametría (Lee y cols., Paredes y cols. y Horts y cols.), solo un artículo utilizo cefalometría, tomografía axial computarizada y fotografías orofaciales (Chen y cols.)

MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS DE TEJIDOS BLANDOS

Para la valoración y medición de los cambios en los tejidos blandos, Lee utilizó CBCT y estereofotogrametría 3D preoperatoria de al menos 2 meses y una CBCT y estereofotogrametría 3D posoperatoria no menor a 6 meses para minimizar el efecto posoperatorio de la inflamación así como Paredes y cols., también evaluaron los cambios con CBCT y esferofotogrametría preoperatoria y 6 meses de

posoperatorio, refieren también la evaluación de diferentes estudios como cefalogramas laterales asociados con escaneo óptico 3D y escáner láser 3D. En el estudio de Lee ambos estudios se importaron al software ProPlan CMF. Las CBCT se importaron también a software Geomagic y Freeform. Se registraron las 2 CBCT utilizando la mitad superior del cráneo que es una zona que no se modificó durante la cirugía. Posteriormente importaron las CBCT al software ProPlan CMF, y se realizaron las osteotomías realizadas en la CBCT preoperatoria para reproducir los movimientos. La predicción y los resultados de los tejidos blandos se importaron a 3Dvultus utilizando áreas que no fueron modificadas como la frente y el puente nasal. Las áreas paranasales, nariz, labio superior e inferior y mentón se segmentaron. Para analizar la exactitud de predicción de tejidos blandos se registraron las 2 mallas de superficie de toda la cara y las 6 regiones anatómicas se midieron en mm y se registró la desviación estándar (DS). La eficacia de predicción de toda la cara se correlacionó con la cantidad de movimiento quirúrgico sagital. Paredes y cols., reportaron superposición de las CBCT basadas en voxel seguido por superposición basada en la superficie. Los cambios fueron medidos usando medidas de superficie lineal en 3D, mapeo de distancias en 3D y fotogrametrías 3D.

Knoops y cols., reconstruyeron los volúmenes de la CBCT pre y posoperatorios y fueron alineados utilizando un algoritmo de punto cercano. Se realizó osteotomía Le Fort I de acuerdo a la CBCT posoperatoria seguido por la reposición de acuerdo al avance y rotación medido en la CBCT posoperatoria. Con un promedio de movimientos de 5.8mm de avance sagital, 1.1mm de impactación vertical y 2.4° de inclinación del plano oclusal y 1.7mm de rotación o corrección del jaw. Posteriormente, la predicción de tejidos blandos resultante de cada análisis fue visto y exportado como un archivo de estereolitografía (STL) para comparación. Investigaron tres conjuntos de proporciones: predeterminadas, mínimas y máximas de tejido duro a blando, basadas en la literatura y primero compraron la CBCT posoperatoria comparado con la superficie preoperatoria para ilustrar las diferencias entre ellas y determinar que tan bien describían las predicciones del

resultado postquirúrgico. Para la comparación posoperatoria, solo el labio superior y área paranasal fueron de interés.

Horst y cols., usaron un algoritmo de deriva de punto coherente (CPD) para crear mallas alineadas. Todas las fotografías 3D preoperatorias se alinearon y se muestrearon utilizando una malla facial de referencia. Posteriormente, las fotografías 3D posoperatorias correspondientes se muestrearon en base a una malla facial de referencia y se alinearon con las fotografías 3D preoperatorias muestreadas. Se realizó una división horizontal en el pronación para separar la cara superior (región no afectada) de la cara inferior (región afectada). Los vértices de la malla de la cara superior preoperatoria se alinearon con la malla de la cara superior del posoperatorio utilizando un algoritmo iterativo de punto más cercano. En esta posición, los desplazamientos de tejido blando de la región afectada se calcularon utilizando un algoritmo de proyección de rayos desde la normal de los vértices preoperatorios a los vértices posoperatorios correspondientes. Las coordenadas de los vértices preoperatorias y los desplazamientos se exportaron (en mm).

Chen y cols., refieren que en la técnica PQV, diferentes softwares de planificación virtual pueden basarse en diferentes modelos matemáticos computacionales, como el algoritmo del modelo de tensor de masa del software Maxilim y el algoritmo de morphing fotográfico extrapolado basado en puntos de referencia 3D para Dolphin 3D Imaging. (Véase tabla 1.)

CAMBIOS EN LOS TEJIDOS BLANDOS

Lee y cols., mencionan que la diferencia promedio absoluta entre la predicción y los tejidos blandos actuales fue de 0.73mm. La distancia entre la predicción y los tejidos blandos actuales fue menos de 2mm fue del 90.9%. La diferencia promedio absoluta entre la predicción y lo actual para las 6 regiones anatómicas fue de 0.72 a 1.42 mm (1.08 ± 0.23). El porcentaje de error fue menor a 2mm para las 6 regiones anatómicas fue de 72.5 a 92.5%. El labio inferior presentó la mayor diferencia absoluta (1.42 ± 0.77) y el menor porcentaje de error fue de 2mm

(72.5%) con una $p < 0.05$. La cantidad de movimiento quirúrgico anteroposterior óseo se correlacionó significativamente con la precisión de la predicción del tejido blando de la cara completa, evaluada mediante la distancia absoluta media entre las mallas ($r = 0.707$, $p = 0.022$) y el promedio fue de 2mm de error ($r = 0.814$, $p = 0.004$) (Tabla 1). Paredes y cols., reportan que en el avance maxilar hubo cambios mas pronunciados en la región de malar y tercio medio que en el labio superior, así como ensanchamiento de la base alar incluso con el uso de cincho alar. Para impactación maxilar hubo cambios con mayor prominencia del labio superior, ensanchamiento de base alar y movimiento anterior de los surcos nasolabiales mas pronunciado en mujeres. El retroceso maxilar demostró cambios en la línea media del labio superior hacia atrás, mientras que áreas paranasal y subnasal mostró movimientos hacia delante en 10% cuando se realizaba cincho de base alar. Avance e impactación de maxilar, labio superior hacia delante e incremento en la prominencia transversa del labio, en el área paranasal, punta nasal, paredes laterales de la nariz y base alar presentaron movimiento hacia delante.

Koops y cols., reportaron que con el software Dolphin, utilizando valores predeterminados para las proporciones de tejido duro a blando, los desplazamientos de tejido blando se localizaron en el área del labio superior, mientras que la región paranasal mostró un movimiento limitado. Y con ProPlan y PFEM, tanto el labio superior como la región paranasal mostraron una distribución de desplazamiento más continua. Dolphin en general, predijo menos el desplazamiento de la región paranasal en toda la población, mientras que ProPlan y PFEM sobrepredijeron el desplazamiento del área por encima del vermellón. Las distancias promedio obtenidas para los 7 pacientes fueron con Dolphin = 1.8 ± 0.8 mm, ProPlan = 1.2 ± 0.4 mm, PFEM = 1.3 ± 0.4 mm; Dolphin = $83 \pm 12\%$, ProPlan = $91 \pm 9\%$ y PFEM = $88 \pm 10\%$.

Horst y cols., reportan que para la región de tercio inferior facial el error promedio absoluto fue de 1.0 ± 0.6 mm. Con un grado de eficacia de 64.3% y un grado medio de eficacia de 92.9%. el error absoluto para el labio inferior fue de 1.1 ± 0.9 mm y para el mentón de 1.4 ± 0.9 mm.

En el estudio de Chen y cols., compararon la planeación virtual con la planeación tradicional y refieren que la complejidad de los movimientos óseos hacen que la predicción de los tejidos blandos sea mas difícil. Los hallazgos en su estudio demostraron que las medidas en plano vertical y horizontal con VQV estuvieron por debajo de 1.50mm mientras que en la PQT por arriba de 2.0mm ($P < 0.05$). Una diferencia lineal de $> 2\text{mm}$ y plano oclusal $> 4^\circ$ fueron considerado como diferencia clínica significativa. (Véase tabla 2.)

7. CONCLUSIONES

Los softwares actuales son una gran herramienta para la planeación virtual de la cirugía ortognática y han hecho de la cirugía un procedimiento mas preciso y eficaz que los métodos tradicionales, sin embargo para poder predecir exactamente los movimientos de tejidos blandos no existe un consenso con respecto a los mejores modelos de predicción 3D, estos modelos pueden estar más cerca de los cambios reales en los tejidos blandos. A pesar de los avances actuales se requiere de una estandarización para el análisis de tejidos blandos, así como predeterminar los biotipos faciales como ocurre con las múltiples cefalometrías.

8. CONSIDERACIONES ÉTICAS

8.1. RECURSOS HUMANOS

Residente de cuarto año de la especialidad de Cirugía Oral y Maxilofacial.

8.2. CONFLICTO DE INTERÉS

La investigadora principal y los involucrados en el estudio, declaran que no existe conflicto de interés para la realización del presente.

9. REFERENCIAS

1. Michael Miloro GEGPELPDW. Peterson's Principles of Oral and Maxillofacial Surgery. 3rd ed. Philadelphia (Pensilvania): People's Medical Publishing House-USA; 2011.
2. Donald J. Rinchuse DJR. Ambiguities of Angle's classification. Angle Orthodontist. 1989; 59(4).
3. María Talley Millán MKKHEPT. Casuística de maloclusiones Clase I, Clase II y Clase III según Angle en el Departamento de Ortodoncia de la UNAM. Revista Odontológica Mexicana. 2007 Diciembre ; 11(4).
4. Nicolai Adolphs NEEKaBHD. Contemporary Correction of Dentofacial Anomalies: A Clinical Assessment. Dentistry journal. 2016 Abril; 4(11).
5. María Iliana Picco Díaz ASS. Planeación virtual para cirugía ortognática en una paciente con deformidad dentofacial clase III, guiada mediante plantillas de corte para maxilar, placas personalizadas de avance y eliminación de guías quirúrgicas oclusales. Revista Mexicana de Cirugía Bucal y Maxilofacia. 2018 Enero-Abril; 14(1).
6. María Adela Gumiela EJMCMMLC. La ortodoncia y la cirugía ortognática como aliadas en el tratamiento. Revista del Ateneo argentino de odontología. 2019 Noviembre; 61(2).
7. Gill FBNaDS. Challenges and opportunities facing contemporary orthognathic surgery. Journal of Orthodontics. 2019 Marzo.
8. Reyneke JP. Essentials of orthognathic surgery. 2nd ed. Canadá: Quinteressence; 2010.
9. A. Paredes de Sousa Gil RGMOLHJ,FHA. Three-dimensional analysis of nasolabial soft tissue changes after Le Fort I osteotomy: a systematic review of the literature. International journal of oral and maxillofacial surgeons. 2019 Febrero; 48.
10. Fonseca RJ. Oral and maxillofacial surgery. 3rd ed. St. Louis, Missouri: Elsevier ; 2014.
11. T. Mundluru AAXJAA. The accuracy of three- dimensional prediction of soft tissue changes following the surgical correction of facial asymmetry: An innovative concept. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2017 Mayo; 46.
12. Peter J. Taub PKPSRBMNC. Ferraro's Fundamentals of Maxillofacial Surgery. 2nd ed. New York: Springer; 2015.
13. May Nooreyazdan CATaJF. Modeling Facial Movement: II. A Dynamic Analysis of Differences Caused by Orthognathic Surgery. American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. 2004 Noviembre; 62(11).

14. Gwen RJ Swennen WMFS. Three-Dimensional Treatment Planning of Orthognathic Surgery in the Era of Virtual Imaging. *Journal of oral and maxillofacial surgery*. 2009 Octubre; 67(10).
15. K. Stokbro EAPTRBBTT. Virtual planning in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014 Marzo.
16. O. L. Haas Jr. OEBRBdO. Computer-aided planning in orthognathic surgery— systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2015 Marzo; 44(3).
17. William G. Arnett CCDM. Planificación y diagnóstico de las deformidades dentofaciales mediante el análisis cefalométrico de los tejidos blandos. *Revista española de ortodoncia*. 2003; 33.
18. José Luis Molina Moguel SELSCdRO. Estudio comparativo del análisis de la estética facial en cirugía ortognática. *Revista de la asociacion dental mexicana*. 1999 Mayo-Junio; 56(3).
19. P. G. M. Knoop ABRWFBJONUJRBSSDJDBLP. Three-dimensional soft tissue prediction in orthognathic surgery: a clinical comparison of Dolphin, ProPlan CMF, and probabilistic finite element modelling. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2019 Octubre; 48.
20. KER JIA CHERYL LEE SLTHYALLJCCWYMT. Accuracy of 3-dimensional soft tissue prediction for orthognathic surgery in a Chinese population. *Journal os Stomatology Oral and Maxillofacial Surgery*. 2021 Agosto.
21. Rutger ter Horst HvWTLBSVFBTMGdJTX. Three-dimensional virtual planning in mandibular advancement surgery: Soft tissue prediction based on deep learning Rutger. *Journal of Cranio - Maxillo - Facial Surgery*. 2021 Abril; 49.
22. Zhixing Chen SMXFYYGYNZ. A meta-analysis and systematic review comparing the effectiveness of traditional and virtual surgical planning for orthognathic surgery: Based on randomized clinical trials. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2020 Septiembre.
23. Bell RB. A History of Orthognathic Surgery in North America. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2018 diciembre; 76(12): p. 2466-2481.
24. Ali Alkhayer JPCLES. Accuracy of virtual planning in orthognathic surgery: a systematic review. *Head & Face Medicine*. 2020; 16(34).
25. Carrie Newlands CK. *Oral and Maxillofacial Surgery*. 3rd ed. United Kingdom: Oxford University Press; 2020.
26. Posnick JC. *Orthognathic Surgery Principles and Practice*. 1st ed. St. Louis, Missouri: Saunders; Edición Illustrated; 2014.

27. Bruce N. Epker JPSCF. Dentofacial Deformities: Integrated Orthodontic and Surgical Correction. 2nd ed. St Louis: Mosby; 1996.
28. Chiung Shing Huang SSPHYRC. Systematic Review of the Surgery-first Approach in Orthognathic Surgery. Biomedical Journal. 2015 Julio - Agosto; 37(4).
29. Ashraf Ayoub YP. The application of virtual reality and augmented reality in Oral & Maxillofacial Surgery. BMC Oral Health. 2019; 19(238).
30. T. Mundluru1 AAXJAA. .
31. T. Mundluru AAXJAA. The accuracy of three- dimensional prediction of soft tissue changes following the surgical correction of facial asymmetry: An innovative concept. International Hournal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2017.