



POTOSÍ
PARA LOS POTOSINOS
GOBIERNO DEL ESTADO 2021-2027



HOSPITAL CENTRAL
DR. IGNACIO
MORONES PRIETO



HOSPITAL CENTRAL “DR. IGNACIO MORONES PRIETO”
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD

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

**CONTROL QUIRÚRGICO TRIDIMENSIONAL DEL
MAXILAR EN CIRUGÍA ORTOGNÁTICA.
REVISIÓN SISTEMÁTICA.**

PRESENTA
C.D. JONATHAN ALEXIS GRAJEDA CRUZ

DIRECTOR DE TESIS
C.M.F. MIGUEL ÁNGEL NOYOLA FRÍAS

ASESORES
C.M.F. RICARDO MARTÍNEZ RIDER
M EN CID MARÍA ISABEL PATIÑO LÓPEZ

San Luis Potosí, S.L.P. febrero 2023

“2023, AÑO DEL CENTENARIO DEL VOTO DE LAS MUJERES EN SAN LUIS POTOSÍ, PRECURSOR NACIONAL”



POTOSI
PARA LOS POTOSINOS
GOBIERNO DEL ESTADO 2021-2027



HOSPITAL CENTRAL
DR. IGNACIO
MORONES PRIETO



Control quirúrgico tridimensional del maxilar en cirugía ortognática.
Revisión Sistemática por Jonathan Alexis Grajeda Cruz se distribuye
bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

ÍNDICE GENERAL

“2023, AÑO DEL CENTENARIO DEL VOTO DE LAS MUJERES EN SAN LUIS POTOSI, PRECURSOR NACIONAL”



1. ANTECEDENTES

6

1.1 DESARROLLO FACIAL

CLASIFICACIÓN DE ANGLE

1.2 CIRUGÍA ORTOGNÁTICA

PRINCIPIOS DE LA CIRUGÍA ORTOGNÁTICA

HISTORIA EN EL MANEJO DEL MAXILAR EN CIRUGÍA ORTOGNÁTICA

TÉCNICA QUIRÚRGICA MAXILAR EN CIRUGÍA ORTOGNÁTICA

OSTEOTOMÍA MAXILAR LE FORT I

1.3 PLANEACIÓN PREQUIRÚRGICA

PLANEACIÓN VIRTUAL

GUÍAS DE OSTEOTOMÍA Y PLACAS CUSTOMIZADAS

1.4 CONTROL TRANSQUIRÚRGICO TRIDIMENSIONAL DEL MAXILAR EN CIRUGÍA ORTOGNÁTICA.

SISTEMA DE NAVEGACIÓN TRANQUIRUGICO EN TIEMPO REAL.

EVALUACIÓN POSTOPERATORIA

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

15

2.1 JUSTIFICACIÓN

3. OBJETIVOS

16

3.1 OBJETIVO GENERAL

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4. SUJETOS Y MÉTODOS

16

4.1 DISEÑO DEL ESTUDIO



4.2 LUGAR DE REALIZACIÓN

4.3 PLAN DE TRABAJO

5. CRITERIOS DE SELECCIÓN

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 **18**

6.1 ESTRATEGIAS DE CONTROL TRIDIMENSIONAL DEL MAXILAR EN CIRUGÍA ORTOGNÁTICA

CIRUGÍA VIRTUAL EN ORTOGNÁTICA COMO CONTROL TRIDIMENSIONAL DEL MAXILAR.

SISTEMA DE NAVEGACIÓN TRANQUIRUGICO EN TIEMPO REAL

PRECISIÓN DE LA PLANIFICACIÓN VIRTUAL PARA EL CONTROL TRIDIMENSIONAL DEL MAXILAR EN CIRUGÍA ORTOGNÁTICA.

7. CONCLUSIONES. **28**

7. CONSIDERACIONES ÉTICAS **28**

7.1 RECURSOS HUMANOS

7.2 RECURSOS FINANCIEROS

7.3 CONFLICTO DE INTERESES

8. REFERENCIAS **29**



ABREVIATURAS Y GLOSARIOS DE TÉRMINOS

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

PALABRAS CLAVE

Cirugía ortognática, osteotomía Le fort, maxilar, plano oclusal, control tridimensional.

Antecedentes.

1.1 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 retrusiva en apariencia. Estos cambios crean usualmente un perfil más plano en adolescentes y adultos. (1)

El tercio superior de la cara crece 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 orbita 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 lentamente y durante más tiempo. La mayor parte del tercio medio está completo en la pubertad, y el tercio inferior continúa su crecimiento más allá de la pubertad hasta la edad adulta. (2)

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 crece hacia adelante y abajo, el crecimiento anteroposterior y vertical comienzan a desempeñar un papel proporcionalmente mayor. (3) 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. (1)

Cuando 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 benéfico 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. (4)



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. (5)

En 1900 Angle consideró que los primeros molares y los caninos permanentes maxilares eran dientes importantes de los cuales se podía establecer una relación Inter arcada mesio – distal, pero también creía que todos los dientes debían tomarse en consideración. El método de Angle para el diagnóstico dental lo dividió en tres categorías: clases I, II y III, que aún hoy sigue vigente, y basó los principios de tratamiento en la alineación dentaria correcta. (5)

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”. (6)

1.2 Cirugía Ortognática

Principios de la cirugía ortognática

Las personas usualmente reconocen la malposición dental y las anomalías de los maxilares por lo que buscan tratamiento con el ortodoncista, quienes pueden mejorar la alineación dental, mejorar la función y la estética dental. (7) Las anomalías que requieren una combinación de ortodoncia y cirugía para su corrección se denominan anomalías dento faciales.

Estas anomalías pueden afectar la función orofacial de muchas maneras:

- La masticación puede estar alterada y 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 se ve afectada por diferentes tipos de anomalías dento faciales.
- El retrognática 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 dento-faciales una vez que el crecimiento ha terminado. (8)

Historia del manejo del maxilar en cirugía ortognática

- 1868. David Williams Cheever, reportó por primera vez una osteotomía Le Fort I para exponer y retirar un pólipo nasofaríngeo. (1)
- 1898. Whipple y Angle, ambos ortodoncistas, reportaron casos de corrección de prognatismo maxilar. Los cirujanos involucrados fueron Harvey Mudd y Vilray Blair.
- 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 basó en la tracción postquirúrgica para lograr el movimiento adecuado. (3)
- 1934. Auxhausen, describió la osteotomía del maxilar. Es el primer registro de una osteotomía maxilar con la liberación de las apófisis pterigoides y reposicionamiento.
- 1950. Convers, colocó injertos óseos intraoralmente para proyectar el mentón hacia adelante. En este año también se les atribuyó a Gilles y Harrison el primer intento de osteotomía Le Fort III.
- 1955. Schuchardt, introdujo una osteotomía maxilar posterior en 2 etapas.
- 1959. Köle, describe la combinación de osteotomías segmentarias sub apicales anteriores para corrección de protrusión bimaxilar. Este año también Obwegeser reconoció la importancia de separar las apófisis pterigoides y la completa movilización del maxilar para el éxito de la cirugía.
- 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. (3)

Técnica quirúrgica del maxilar en cirugía ortognática.



Reyneke nos menciona en su libro que los tres objetivos en el tratamiento en cirugía ortognática son: 1) función, 2) estética y 3) estabilidad. Estos tres objetivos forman la base en las metas en el tratamiento de pacientes con anomalías Dento-faciales. (8)

El conocimiento y la comprensión de todos los aspectos de la cirugía ortognática han aumentado considerablemente durante las dos últimas décadas. (9) Las habilidades de diagnóstico y la planificación del tratamiento se han vuelto más sofisticadas, y se han desarrollado técnicas quirúrgicas que permiten el tratamiento de las anomalías Dento-faciales más complejas. (10)

Una buena técnica quirúrgica implica lo siguiente:

- Planificación del tratamiento. Antes de la cirugía, se debe llevar a cabo una planificación precisa y completa del tratamiento quirúrgico que incluya los objetivos de acuerdo con los diagnósticos del paciente y requerimientos para una armonía dento-facial adecuada.
- Rutina quirúrgica operatoria. En la medida de lo posible, el cirujano debe desarrollar una rutina para cada procedimiento que permita a los asistentes y al resto del equipo quirúrgico anticiparse a cada paso, aumentando así la eficiencia y disminuyendo el tiempo operatorio. El cirujano debe comprender claramente los pasos quirúrgicos de cada procedimiento y ser consciente de las complicaciones que pueden surgir con cada paso. Es fundamental tener una rutina básica, desde la selección de las hojas del bisturí hasta el material de sutura. Una técnica quirúrgica paso a paso establecida también evita la incertidumbre intraoperatoria y, a menudo, elimina las complicaciones posoperatorias. Los detalles y la secuencia de un procedimiento quirúrgico pueden variar de un cirujano a otro, pero el objetivo final es el mismo. El cirujano debe poder visualizar claramente cada paso, así como la secuencia del procedimiento quirúrgico en para operar con confianza y lograr el objetivo quirúrgico y resultados óptimos. (11, 12)
- Instrumentación. Hay una gran cantidad de instrumentos disponibles para ayudar al cirujano a lograr los mismos objetivos. Sin embargo, es mucho menos confuso tanto para el cirujano como para el equipo quirúrgico cuando se utiliza un grupo pequeño y selecto en lugar de una gama completa de instrumentos.

Osteotomía maxilar Le Fort I



Después de que Le Fort describiera los planos naturales de fractura del tercio medio facial en 1901, la cirugía maxilar tuvo un desarrollo a través del tiempo con los trabajos de Wassmund, Axhauser, Schuchardt, Obwegeser, Willmar y otros, sin embargo, no fue hasta la excelente investigación de Bell y asociados a mediados de la década de 1970 sobre la base biológica de la hemodinámica y el suministro vascular del maxilar durante y después de la cirugía de fractura descendente maxilar, lo cual llevo a que la osteotomía Le Fort I se convirtiera en la ciencia y el arte que es actualmente. (13)

Las anomalías maxilares contribuyen a muchas anomalías faciales que deberían ser reconocidas y tratados con éxito al adherirse a los principios biológicos y técnicos básicos de tratamiento. (14)

1.3 Planeación prequirúrgica

La adecuada localización tridimensional del maxilar es uno de los principales objetivos de la cirugía ortognática. Tradicionalmente, la preparación para la cirugía ortognática requería realizar una cirugía modelo para fabricar férulas oclusales para uso intraoperatorio. En los casos de primera cirugía bimaxilar en el maxilar superior, en los modelos de yeso del maxilar articulado se traslada a la posición deseada y se hace una férula intermedia para permitir intraoperatorio el posicionamiento del maxilar en relación con la mandíbula preoperatoria. Posteriormente, el modelo mandibular se mueve a la oclusión quirúrgica deseada y se fabrica una férula final. La férula final permite al cirujano fijar la mandíbula en relación con el maxilar reposicionado. (15)

El proceso de realizar una cirugía modelo, con su multitud de pasos de laboratorio, está plagado de inexactitudes inherentes. Estos errores se magnifican progresivamente, lo que da como resultado una desviación en la posición maxilar y mandibular con respecto a la posición final planificada. (15, 16)

Planeación virtual

La introducción del escáner en los estudios radiográficos en planificación ortodóncico-quirúrgica ha revolucionado el concepto de la planificación de las anomalías dento-faciales. El uso del escáner helicoidal y, recientemente, del CBCT, han permitido la valoración de las estructuras óseas en los tres planos del espacio, superando muchas deficiencias de los estudios bidimensionales. (17)

Para ejecutar una planeación quirúrgica a través del software en 3D es necesario generar el modelo compuesto craneodental, el cirujano puede realizar una cirugía



virtual específica del paciente en el modelo compuesto de acuerdo con el plan preliminar como si fuera la cirugía real en un entorno 3D utilizando un sistema de software desarrollado factible. Estos programas de simulación por computadora brindan múltiples funciones, como la segmentación de imágenes para la conversión de archivos DICOM a un modelo 3D al identificar y delinear las estructuras anatómicas de interés en la imagen de TC, análisis cefalométrico 3D, simulación de osteotomía común procedimientos, reubicación de segmentos óseos de acuerdo con el movimiento quirúrgico planificado y predicción de cambios en los tejidos blandos. (18, 19)

Los primeros estudios virtuales tridimensionales específicos fueron descritos por la universidad de Stanford en los años 90. Valoraban los cambios óseos en 3D, pero el trabajo con los mismos era muy complejo, pues necesitaban un software para digitalización, otro para segmentación ósea, otro para registro y superimposición de estructuras y un cuarto para ver las diferencias con colores. (20)

Los programas de planeación virtual en cirugía ortognática disponibles actualmente en el mercado son múltiples, destacando:

- Quick Ceph Image software (Quick Ceph Systems, San Diego, CA).
- Dentofacial Planner (DFP) (Dentofacial Software, Toronto, Ontario, Canada).
- Total, Interactive Orthodontic Planning System (TIOPS).
- Dolphin Imaging System (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA).
- Nemofab (Nemofab Orthognatic Surgery Software USA)
- ProPlan CMF software (Materialise®, Leuven, Belgium).
- Orthognathic Treatment Planner (GAC International, Birmingham, AL; predecessor of GAC's Vistadent program).
- CASSOS (Computer-Assisted Simulation System for Orthognathic Surgery) (Soft Enable Technology, LTD, Hong Kong, China).
- OPAL (Orthognathic Prediction Analysis).

La introducción de múltiples softwares en cirugía maxilofacial requiere siempre la validación de sus resultados. Establecer los errores que con lleva y el impacto en el resultado es de capital importancia para valorar la fiabilidad y predictibilidad de la planificación. (21)



Eales y colaboradores mencionan que el error por superposición del perfil de la planificación y el real postquirúrgico en 0,47 mm (aunque algunos casos dan valores outliers de 3 mm, detectables por el público general). (22) Las causas que explicarían estos errores son múltiples:

- Mal montaje de modelos o del registro oclusal. Mala transferencia del arco facial.
- Identificación errónea de los puntos cefalométricos,
- Errores en la digitalización o en la manipulación del tejido duro por el programa.
- Errores intraoperatorios en la osteosíntesis o en posicionamiento maxilar o condilar.
- Variabilidad interindividual de la respuesta de los tejidos blandos. Diferente comportamiento según edad y sexo.
- Diferente estabilidad ósea ante un mismo procedimiento. (23)

Los programas 3D son prometedores, pero todavía no se dispone de datos clínicos suficientes ni de grandes series de pacientes, el acceso a los programas es limitado en muchos centros y aún hay ausencia de entendimiento correcto de los resultados que arrojan.(24)

Guías de osteotomía y placas personalizadas

Las guías de corte maxilares son diseñadas por el cirujano en los software de planeación quirúrgicos ya mencionados, los cuales se llevan mediante archivos SLT a impresoras 3D, donde se realiza la impresión específicamente para cada paciente con orificios en la guía que posteriormente serán los orificios de los tornillos de las placas personalizadas impresas tridimensionales (3D), esto ha permitido a los cirujanos colocar con precisión el maxilar únicamente en función de la guía y la placa específicas del paciente transportadas por el hueso. Esto elimina la necesidad de marcas de referencia verticales, férulas intermedias y posicionamiento del maxilar en relación con la mandíbula. (17)

En 2015, Mazzoni et al estudiaron la precisión de las guías de corte quirúrgico específicas del paciente y las placas de titanio para el posicionamiento maxilar. (25) La concordancia con el plan quirúrgico se evaluó superponiendo el plan quirúrgico con el resultado posoperatorio y midiendo las diferencias a lo largo del maxilar, aunque no se incluyeron los puntos de referencia dentales. De los diez pacientes del estudio, se encontró que había un 100 % de precisión en siete



pacientes, definiéndose la precisión como la frecuencia de errores de menos de 2 mm. Las precisiones en los 3 pacientes restantes fueron 72, 93 y 62%. (26)

En estudios similares, Kraeima et al utilizaron guías de osteotomía y fresas con soporte de dentición y encontraron una desviación promedio de 1,3 mm entre el resultado posoperatorio y el plan quirúrgico, y Brunso et al demostraron una desviación promedio de 1,09 mm. (18)

Heufelder et al también estudiaron la precisión de las guías quirúrgicas específicas del paciente en el posicionamiento maxilar en veintidós pacientes y encontraron una desviación media general de 0,39 mm entre el plan quirúrgico y la posición postoperatoria real en todos los ejes. Las desviaciones medianas en el eje x, eje y y eje z fueron 0,30, 0,33 y 0,72 mm, respectivamente. (27)

1.4 Control transquirúrgico tridimensional del maxilar en cirugía ortognática

El uso de una férula intermedia para colocar y fijar el maxilar todavía depende del asiento adecuado del cóndilo mandibular en la fosa glenoidea, lo cual es muy impredecible y puede introducir imprecisiones. Además, las técnicas de medición intraoperatorias para determinar la posición vertical, como el uso de una aguja de Kirschner extraoral (referencia externa) o marcas de 10 mm en los contrafuertes cigomático-maxilares y los bordes piriformes (referencias internas), no son exactas, por lo que se toman en cuenta como coadyuvantes, pero no precisa un control total de la tridimensionalidad en la posición del maxilar. (28)

Es importante mencionar que para conocer el control tridimensional del maxilar durante la cirugía ortognática se necesita tener conocimiento de termino como:

- Roll
 - En una vista frontal se evalúa el balanceo, es decir los movimientos del maxilar visto desde frente.
- Yaw
 - En una vista superior o inferior, se analiza la relación que tienen los segmentos óseos con respecto a la línea media
- Pitch
 - En una vista lateral, evaluamos el tono determinando la inclinación del plano oclusal en relación con el Camper y Planos de Frankfort, analizando alteraciones en el anteroposterior eje.



La adecuada localización tridimensional del maxilar es uno de los principales objetivos de la cirugía ortognática. (29)

Raymundo en el 2021, propuso una alternativa para el control quirúrgico del maxilar en cirugía ortognática fabricado a partir de la platina de Fox realizando modificación con luz láser en forma de cruz y nivel de burbuja, en el cual realizamos un registro oclusal para el control transquirúrgico de la posición tridimensional del maxilar. (38)

Sistema de navegación transquirúrgico en tiempo real.

Actualmente se cuenta con sistemas y software de imagenología que se utilizan durante la cirugía ortognática, Hsiu-Hsia Lin nos dio a conocer el sistema CAOS (por sus siglas en inglés 3D computer-assisted orthognathic surgery) se puede aplicar un sistema de navegación en tiempo real como herramienta definitiva para determinar la posición ósea final en ausencia de guías de posicionamiento, o actuar como instrumento adicional para guiar las osteotomías y comprobar el movimiento óseo.(30) El sistema de navegación en tiempo real se ha aplicado en diversas especialidades quirúrgicas como ortopedia, neurocirugía, cirugía endoscópica, cirugía de implantes dentales, técnicas de cirugía craneomaxilofacial, reparación de defectos postraumáticos, análisis del movimiento de la articulación temporomandibular y resección de tumores, pero rara vez se emplean para mejorar la precisión de la cirugía ortognática. Antes de la cirugía, se debe establecer una planificación de navegación preoperatoria para la orientación intraoperatoria. Se requieren varios pasos. (24,31) En primer lugar, los datos CT DICOM y el plan quirúrgico virtual se importan al software de planificación de navegación. Los marcadores funcionales preestablecidos o puntos de referencia identificables de huesos y dientes se indican en la imagen reconstruida en 3D para los puntos de referencia. Los puntos de referencia se utilizan para el registro intraoperatorio con el fin de establecer una conexión entre las imágenes virtuales y el paciente. Los puntos de osteotomía se indican en un modelo 3D basado en cirugía virtual para guiar la osteotomía durante la cirugía. Finalmente, se determinaron puntos de validación intraoperatoria sobre imagen quirúrgica virtual para guiar y verificar el movimiento de los segmentos esqueléticos. (26)

Evaluación postoperatoria

La evaluación postoperatoria se realiza para evaluar la precisión de la transferencia del plan de tratamiento. El CBCT se toma después de la operación. Después del registro inicial de las imágenes posquirúrgicas simuladas y reales en



la base del cráneo, se realizó una superposición del modelo de superficie visual para comparar la diferencia entre las imágenes quirúrgicas virtuales y los resultados posquirúrgicos, se visualiza por medio de los software la magnitud, la dirección y la ubicación del desacuerdo entre los dos modelos por medio de un diagrama de escala de color.(27) Para cuantificación avanzada se analiza la precisión y fiabilidad, determinados en un análisis estadísticos se eligen para comparar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre varios parámetros cefalométricos de las imágenes postoperatorias virtuales y reales.(28)

2 Pregunta de investigación.

¿Cual es la estrategia con mayor precisión en el control tridimensional de la posición del maxilar durante la cirugía ortognática?

2.1 Justificación.

Actualmente la cirugía ortognática ha sufrido cambios que van desde el diseño de los abordajes, tipos de osteotomías así como los métodos de control tridimensional de los segmentos óseos durante el procedimiento quirúrgico, todo esto con el fin de mejorar este procedimiento que es tan complejo, para poder realizarlo en menos tiempo y tener resultados posoperatorios estables para el paciente, así brindar la mayor estabilidad a largo plazo, sin embargo existen diversas estrategias en el control tridimensional del posicionamiento maxilar durante la cirugía ortognática.(29)

La capacidad de replicar la planeación quirúrgica durante el procedimiento es crucial. Muchos avances en las técnicas de cirugía ortognática se han hecho con este objetivo, existen numerosas estrategias, incluidos los dispositivos de posicionamiento intraoperatorio, modelos y guías de impresión en 3D y la navegación intraoperatoria. (30) Se introdujeron guías y placas específicas para el paciente para mejorar la precisión intraoperatoria.

Entre los beneficios de la precisión en el control tridimensional del maxilar durante la cirugía ortognática no solamente son para el paciente, si no también, a nivel hospitalario disminuyendo los tiempos intraoperatorios, el tiempo y estancia hospitalaria del paciente, disminución del riesgo de dañar las estructuras adyacentes, como las raíces de los dientes, nervios y vasos de gran importancia en el sitio de la osteotomía LeFort I, teniendo un adecuado control del procedimiento la posibilidad de lesionar las raíces de los dientes es insignificante, por lo que se pretende que en base a revisión sistemática encontrar las



estrategias con mayor precisión de la transferencia del plan de tratamiento al caso real post-operada en la cirugía ortognática.

3 Objetivo

3.1 Objetivo principal:

Determinar la estrategia con mayor precisión para el control tridimensional del maxilar en cirugía ortognática. (Cirugía Virtual con Splints VS Cirugía Virtual con guías y placas customizadas VS cirugía virtual en tiempo real)

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 incluirán artículos con los siguientes límites: artículos publicados entre el 2017 al 2022, artículos en los idiomas inglés y español, que en el título incluyeran las siguientes palabras: cirugía ortognática, Lefort, plano oclusal, control tridimensional.

4 Sujetos y metodología

4.1 Diseño de estudio:

Revisión sistemática.

4.2 Lugar de realización:

Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, S.L.P., México.

4.3 Plan de trabajo

Análisis de información:

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): Paciente con anomalías dento-facial; intervención (I): Cirugía ortognática, Lefort I.; comparación (C): estrategias quirúrgicas para el control tridimensional del maxilar; resultados (Outcomes) (R): Evaluar la precisión de las estrategias que se tienen en el control tridimensional del maxilar en cirugía ortognática.



- Los límites para la estrategia de búsqueda serán: artículos publicados del 2017 al 2022, 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 utilizara la siguiente estrategia utilizando descriptores de acuerdo a los sinónimos encontrado en Mesh con las palabras claves ya mencionadas: Orthognathic Surgical Procedure OR Procedure, Orthognathic Surgical OR Procedures, Orthognathic Surgical OR Surgical Procedure, Orthognathic OR Surgical Procedures, Le Fort Osteotomy, Osteotomy, LeFort, LeFort Osteotomy Oclusión, Dental, Dental Occlusions, Occlusions, Dental, Occlusal Plane, Occlusal Planes, Plane, Occlusal, Planes, Occlusal, Canine Guidance, Guidance, Canine, Occlusal Guidance, Guidance, Occlusal, Occlusal Guidances

- La revisión de literatura fue 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 anomalías dento-facial, 2) estudios de tipo aleatorizados controlados y series de casos, así como revisiones sistemáticas previas, 3) cirugía del maxilar Le fort I o bimaxilar, 4) artículos que mencionen estrategias en el control tridimensional del maxilar durante la cirugía ortognática.

- Posteriormente fueron evaluados por la guía metodológica OPMER y se consideraron con los artículos con una puntuación >15pts.

5 criterios de selección.

5.1 Criterios de selección:

- **5.11 Criterios de inclusión**
 - Artículos realizados entre los años 2017 y 2022
 - Revisiones sistemáticas de literatura, estudios aleatorizados controlados y doble ciego, casos clínicos, metaanálisis, retrospectivos.



- Que en el título contengan dos o tres de las siguientes palabras o sus sinónimos: cirugía ortognática, maxilar, Le Fort, plano oclusal, control tridimensional.
- Artículos en los idiomas español e inglés.
- **5.12 Criterios de No inclusión**
 - Artículos con texto incompleto
 - Artículos que no contengan en el título las palabras: cirugía ortognática, Lefort, plano oclusal.
 - Estudios realizados en otros idiomas
 - Artículos que no estén dentro del rango de fechas.
- **5.13 Criterios de eliminación**
 - Estudios piloto.

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 2022. Un total de 271 artículos fueron identificados (PubMed n= 52, Cochrane Library, 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, Three-Dimensional, Le Fort y oclusal plane” y estudios piloto, 21 artículos fueron identificados de estos artículos se realizó una búsqueda manual de la lista de referencias citadas en estos artículos. (Véase flujograma 1.)

Selección de estudios



Los 21 artículos seleccionados para lectura de resumen, se descartaron 13 estudios, debido a que el contenido del resumen no mencionaba la precisión en las estrategias del control tridimensional del maxilar durante la cirugía ortognática, los 8 artículos fueron evaluados por el tesista con el apoyo de la guía metodológica OPMER >15pts. 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 una puntuación OPMER > 15 Pts. Sin embargo, debido a la poca literatura reportada actualmente, se consideraron los 6 artículos principales para reportar y debatir los resultados con fines de tener un trabajo congruente con adecuada actualización en el tema.

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

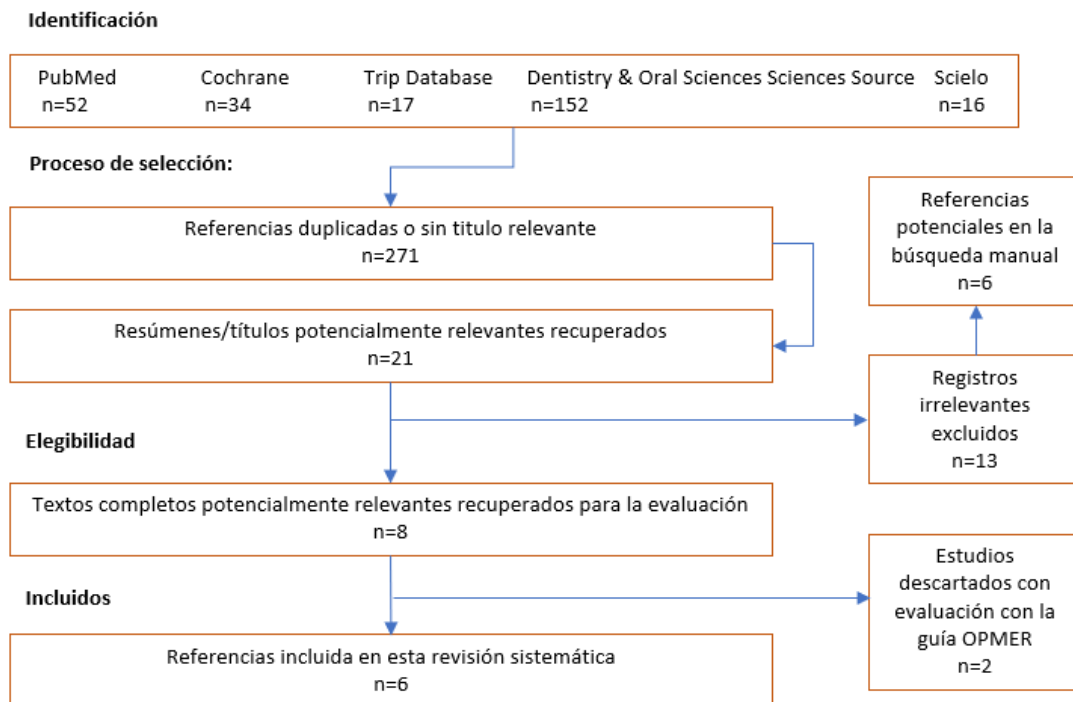


Tabla 1. Metodología de evaluación de los artículos seleccionados



Autor y año	Objetivo	Criterios de selección	Variables que midieron
Hsiu-Hsia Lin y col. 2017	Revisión de la literatura sobre la técnica virtual en cirugía ortognática y el éxito predecible de los resultados del tratamiento	Identificar artículos relevantes para esta revisión, Medline, se realizaron búsquedas en PubMed, ProQuest y ScienceDirect para literatura en inglés publicada en el pasado 10 años. Los elementos de búsqueda utilizados en este artículo fueron tridimensionales, 3D, tomografía computarizada de haz cónico, 3D cefalometría, análisis cefalométrico 3D, asistido por computadora, asistido por computadora, simulación quirúrgica, navegación, CAD -CAM y férula, en combinación con maxilofacial, craneofacial y cirugía ortognática	Imagenología 3d, CAOS System, modelos computarizados del esqueleto facial, referencias anatómicas de 3D, predicción de cirugía ortognática, CAD/CAM, sistemas de navegación.
Marcus Heufelder y col. 2017.	Este estudio propone y evalúa un nuevo método que utiliza guías de corte generadas por CAD/CAM así como placas customizadas (PSI) para el posicionamiento sin obleas del maxilar en osteotomías bimaxilar, para eliminar cualquier tipo de dispositivo adicional para el posicionamiento del maxilar, incluso en la dimensión vertical.	Pacientes sometidos a osteotomía bimaxilar para la corrección de anomalías Dento-faciales. La cirugía ortognática se realizó en el Departamento de Cirugía Plástica Oral y Maxilofacial del Hospital Militar de Ulm entre enero de 2015 y octubre de 2016.	Evaluación clínica y análisis del modelo de yeso, documentación fotográfica y estimación aproximada del plan de tratamiento: Definición manual de oclusión final con modelos de yeso y escaneo óptico de modelos de yeso, Tomografía computarizada (TC) del paciente posición condilar céntrica. Software de planificación ProPlan CMF. Diseño asistido por computadora (CAD) de una guía quirúrgica personalizada, placa personalizada. Cirugía ortognática bimaxilar, Tomografía computarizada posoperatoria del paciente, evaluación y cálculo de la precisión de fusión de TC y las



			diferencias entre el plan de tratamiento virtual preoperatorio y el resultado postoperatorio
J. Kraeima y col. 2019	Determinar si existe una mejora en la precisión del posicionamiento maxilar en las tres dimensiones al emplear materiales PSO en osteotomías Lefort I	Pacientes que iba a recibir una osteotomía no segmentaria Le Fort I como parte de su cirugía ortognática; paciente capaz de completar el diagnóstico de rutina 3D VSP; y la edad del paciente al menos 18 años	La medida de resultado primaria de este estudio fue la diferencia mediana (en milímetros y grados) entre el y posición postoperatoria real del maxilar en tres planos.
Mitroshenkov y col. 2020	Evaluar la versatilidad y precisión de la navegación en cirugía ortognática	Cirugía ortognática analizando la posición de los segmentos del maxilar en los modelos 3d virtuales con respecto al postoperatorio	Comparación de los valores del maxilar superior de acuerdo con el movimiento planificado en el postquirúrgico
Seth Greenberg y col. 2020.	Evaluar la precisión de las guías y placas quirúrgicas específicas del paciente en el posicionamiento maxilar en nuestra institución.	Pacientes que se sometieron a cirugía ortognática bimaxilar (osteotomía LeFort I y osteotomía mandibular bilateral sagital dividida [BSSO]) con guías de corte quirúrgicas de una pieza para el maxilar superior customizadas.	Posición del maxilar posterior a la cirugía ortognática. Evaluación del plano oclusal en 10 pts en 3D. Preoperatorio, planificación (Software ProPlan CMF 3.0) y postoperatorio.
Raymundo Ramírez y col. 2021.	Se propone un instrumento para control tridimensional para el adecuado posicionamiento del maxilar durante la cirugía, fabricado a partir de un plano de fox modificado con luz roja en forma de cruz y nivel de burbujas+ registro oclusal	Cirugía ortognática después del posicionamiento del maxilar para evaluar el roll, yaw, y pitch	Posicionamiento tridimensional del maxilar roll- canto externo, yaw- burbuja, pitch-plano de camper y Frankfort.
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.			



Tabla 2. Alternativas y estrategias del control tridimensional del maxilar durante la cirugía ortognática

Autor	Tipo de estudio	Tipo de deformidad	Alternativa de planeación.	Estrategia de control tridimensional	de Estabilidad operatoria	post
Hsiu-Lin y col. 2017	Revisión bibliográfica	NA	CBCT software: Mimics (Materialis N.V., Leuven, Belgium), ²⁷ SimPlant OMS (Materialis), ²⁷ Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA, USA), ²⁸ and Maxilim (Medicim, Mechelen, Belgium)	Para un diagnóstico correcto, el ajuste del plano de referencia, se deben establecer planos de referencia para la construcción de un sistema de referencia en los softwares 3D único y orientación de la modelo. Para la posición de la cabeza, la mayoría de los estudios de investigación utilizaron ya sea un dispositivo de escaneo láser o un dispositivo de orientación digital para grabar y reproducir la posición natural de la cabeza en tres dimensiones y transferirlo a un modelo 3D CT. Para un plano de referencia basado en puntos de referencia, estudios previos utilizados diferentes sistemas de coordenadas y la referencia estandarizada por primera vez por el investigador determinó los planos de referencia restantes. En algunos estudios, la horizontal plano se	En general, existen dos métodos para la validación de la traducción de la planificación virtual. El CBCT se toma después de la operación. , se realizó una superposición del modelo de superficie visual para comparar la diferencia entre las imágenes quirúrgicas virtuales y los resultados posquirúrgicos. se eligen ciertos análisis estadísticos para comparar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre varios parámetros cefalométricos de las imágenes postoperatorias virtuales y reales. se utilizó la evaluación posoperatoria para evaluar los cambios posoperatorios en el tejido blando facial y el tejido óseo, el resultado del tratamiento y la precisión de la predicción digital.	



				estableció como el plano estándar y Los planos medio sagital y coronal siguieron y formaron un 3D sistema de referencia	
Marcus Heufelder y col. 2017	Estudio prospectivo de serie de casos 22 casos	Clase II= 4 Clase III= 18	CBCT + CAD-CAM + Software ProPlan CMF	Determinación de deposición del maxilar tridimensional entre el plan prequirúrgico y el postquirúrgico a través de guías de corte y placas customizadas.	El posicionamiento del maxilar arriba-abajo mostró una precisión media de 0,33 mm en un rango de 0 a 1,22 mm. Se determinaron valores más altos para el posicionamiento anterior-posterior de el maxilar con mediana de 0,7 mm en un rango de 0 a 2,0 mm). El nuevo enfoque digital puede lograr una precisión del maxilar independiente del cirujano.
J. Kraeima y col. 2019	Estudio multicéntrico randomizado controlado 2015-2018	Grupo de Intervención Clase II= 19 Clase III= 8 Grupo control Clase II= 26 Clase III= 5	CBCT + VSP virtual planning surgery (Maxilim: Medicim) + guías de corte customizadas	Grupo control se realizo cirugía convencional y para el grupo de intervención se realizaron guías de corte y perforación customizadas. Se analizaron los puntos de referencia para cuantificar las diferencias entre el preoperatorio y el postoperatorio, los parámetros medidos fueron: traslación anteroposterior, craneocaudal y de izquierda a derecha en los incisivos centrales, traslación craneocaudal en	El uso de placas de Osteosíntesis SO está indicado para grandes traslaciones planificadas, especialmente traslaciones anteroposteriores mayores de 3,70 mm. Este estudio muestra que placas customizadas es un método fácil de usar que mejora la precisión de la posición del maxilar en cirugía ortognática.



					los primeros molares y balanceo para describir el movimiento de rotación del maxilar	
Mitrosh enkov y col. 2020	Prospectivo de serie de casos	Clase II= 11 Clase III= 13	Optica BrainLab, stryker cranial lab Cmf 2.0, 3D Dolphin imagin, Blander	Planificación 3d atreves de software, control tranquirugico realizado con el uso de estaciones de navegación óptica BrianLab 18070 Kick y Striker CranialMap CMG	El tiempo quirúrgico medio fue de 181 minutos (150-210 min). El tiempo medio del procedimiento de registro fue de 5 minutos (3-8 min). El error medio de registro del objetivo fue de $0,9 \pm 0,18$ mm. Los valores de diferencia absoluta entre los movimientos reales y virtuales del maxilar superior fueron de 0,72 a 1,12 mm en vertical, de 0,56 a 0,94 mm en sagital y de 0,39 a 0,58 mm en transversal.	
Seth Greenberg y col. 2020.	Retrospectiva serie de casos 10 casos.	Clase II= 4 Clase III= 6	CBCT Software ProPlan 3.0	+ CMF	Planeación virtual, prequirúrgica, guías de corte, placas customizadas, comparación de CBCT postoperatoria con la planeación virtual	La discrepancia absoluta en todos los puntos de referencia medidos en los tres ejes demostró alta fidelidad en el posicionamiento maxilar como se tenía planeado. Diferencias entre planeación y postoperatoria sin significancia estadística, sugiere que las guías específicas del paciente y las placas son igualmente de precisas en las tres dimensiones.
Raymundo Ramírez y Col. 2021	Nota técnica	NA	Plano de fox, laser en cruz + burbuja niveladora + plano oclusal personalizado	Estrategia de control tridimensional del maxilar a través de los 3 planos roll, yaw, pitch durante el transquirúrgico	Control con plano oclusal transferido con referencias extraorales permitió evaluar el éxito de los movimientos realizados con precisión.	



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

Estrategias de control tridimensional del maxilar en cirugía ortognática

Cirugía virtual en ortognática como control tridimensional del maxilar.

En el momento de la cirugía, después de la osteotomía Le Fort I o la osteotomía sagital dividida bilateral (BSSO), el maxilar o la mandíbula se relacionan con la dentición antagonista a través de las férulas quirúrgicas intermedias o finales CAD/CAM. Además, las guías de reposicionamiento CAD/CAM pueden proporcionar un abordaje confiable que es una alternativa al uso de férulas quirúrgicas arbitrarias para transferir el plan virtual al quirófano. (34)

J kraeime en el 2019, expuso la diferencias entre la utilización de los software de planificación 3D, con férulas de corte y placas preformadas (PSO), como una de las alternativas actuales de mayor control tridimensional en el maxilar durante la cirugía ortognática con respecto a la técnica habitual, donde demostró una menor desviación de la posición planificada en comparación con el grupo de planificación clásica (grupo control), tanto a nivel de los incisivos centrales como de los primeros molares.(35) Se encontró que la desviación anteroposterior absoluta mediana era de 1,05 mm (IQR 0,45–2,72 mm) en el grupo PSO y de 1,74 mm (IQR 1,02–3,02 mm) en el grupo control ($P = 0,06$). En cuanto a la posición caudal craneal la desviación, la mediana fue de 0,87 mm (RIC 0,49-1,44 mm) en el grupo PSO y de 0,98 mm (RIC 0,28-2,10 mm) en el grupo control ($P = 0,81$). La traslación de izquierda a derecha tuvo una desviación mediana de 0,46 mm (IQR 0,19–0,96 mm) en el grupo PSO y 1,07 mm (IQR 0,62–1,55 mm) en el grupo control ($P = 0,01$). (35)

Marcus Heufeld y colaboradores en 2017, mostraron que el tiempo requerido para la cirugía ortognática con la cirugía virtual tiende a ser significativamente menor que el requerido para la técnica tradicional. Las férulas quirúrgicas CAD/CAM precisas, que podrían facilitar un posicionamiento más rápido y preciso de los maxilares, pueden explicar el tiempo quirúrgico más corto. El tiempo quirúrgico total medio cuando se emplea la planeación virtual con la férula prefabricada y la placa pre-doblada fue significativamente más corto que en la planeación tradicional con férulas tradicionales con un tiempo promedio de 162 min en cirugía virtual contra 202 minutos en la técnica tradicional; $P = 0,041$. (36)



Los resultados de Hanafy y col. demostraron que la férula quirúrgica CAD/CAM y la osteosíntesis específica del paciente son útiles para que los cirujanos orales y maxilofaciales realicen la cirugía con precisión y reduzcan los tiempos quirúrgicos, incluso para los cirujanos sin experiencia. (37)

La satisfacción quirúrgica de los cirujanos al utilizar las tecnologías de planeación prequirúrgica para mejor control de los segmentos durante la cirugía, clasificaron la satisfacción quirúrgica general con el método de placas de osteosíntesis customizadas individualizadas en 7,8 (en una escala de 0 a 10), en comparación con sus experiencias con los métodos convencionales. Los orificios perforados para los tornillos (puntuación de 8,1), las ubicaciones de los tornillos (puntuación de 8,1) y la posición del maxilar superior (puntuación de 8,4) recibieron puntuaciones especialmente altas para la aplicación de placas customizadas en el cuestionario. (35)

Ramírez Lugo en el 2021 publica una nota técnica donde se utiliza el plano oclusal como alternativa a utilizar durante el abordaje transquirúrgico una vez realizada la fijación del maxilar agregando un registro oclusal previamente impreso en resina al plano de Fox, el plano oclusal se transfiere y amplifica a una referencia extraoral. La luz laser en forma de cruz permite evaluar con mayor precisión el éxito de los movimientos realizados en la cirugía ortognática. (38)

Sistema de navegación transquirúrgico en tiempo real.

Mazzoni y col. evaluaron la reproducibilidad con la ayuda del eNlite Navigation System de Stryker (Freiburg, Alemania) con la plataforma iNtellect Cranial Navigation, y reportaron una mayor precisión en comparación con el grupo sin navegación. Bell describió el uso del sistema de navegación craneal Intellect (Stryker) para la orientación intraoperatoria y lo encontró particularmente útil para corregir la asimetría facial en general y la hiperplasia hemimandibular en particular. Shim y col informaron el éxito del tratamiento en cirugía ortognática con la ayuda del sistema de navegación en tiempo real eNlite de Stryker. (39)

Zinser y col compararon el uso del sistema de navegación VectorVision (BrainLab) con una pantalla de visualización guiada por imagen (IGVD), férulas CAD/CAM y férulas intermaxilares clásicas respectivamente en cirugía ortognática y encontraron que la férula CAD/CAM y la navegación tenía mayor precisión. (40)

Sin embargo, estudios previos han indicado que el método de registro de coincidencia de superficies es inadecuado para la cirugía virtual en tiempo real



guiada por imágenes porque el uso de la intubación nasotraqueal puede causar distorsión y desplazamiento de la superficie de la piel. Para superar el problema, se pueden utilizar puntos de referencia tanto óseos como superficiales de la piel. Clínicamente, los puntos de referencia de la superficie de la piel son los más comunes. Con un método de registro preciso, el sistema de navegación podría ser una herramienta poderosa para la cirugía guiada por imágenes. Durante la cirugía, la osteotomía LeFort I, se pueden realizar de manera segura siguiendo los puntos de osteotomía que se prepararon en la planificación de navegación preoperatoria. Los puntos de validación intraoperatoria ayudan a aumentar la planificación virtual y la posición del hueso en tiempo real, ya que la posición del hueso original y el nuevo se muestran en la pantalla de la computadora, y las distancias entre la sonda y el punto de validación se observan fácilmente. (41)

Precisión de la planificación virtual para el control tridimensional del maxilar en cirugía ortognática.

De acuerdo al metaanálisis y revisión sistemática de Zhixing Chen, valoró tres estudios con un tamaño de muestra combinado de 154 pacientes, donde evaluaron la precisión del tejido duro comparando los resultados planificados y posoperatorios de estrategia con planificación virtual (VSP) vs planificación y estrategia de modelos con técnica manual 2D (TSP), Van Hemelen y col. evaluaron la diferencia entre los resultados posoperatorios y los planificados, mediando la diferencia lineal en las dimensiones de profundidad y altura entre los puntos de referencia anatómicos seleccionados. Las diferencias promedio en la dirección horizontal (profundidad) de los puntos de referencia cefalométricos posoperatorios y planificados entre las TSP y VSP fueron de 1,71 mm y 1,42 mm, respectivamente, y en la dirección vertical (altura), fueron de 1,69 mm y 1,44 mm, respectivamente. La diferencia entre 2D y 3D para las direcciones de profundidad y altura no mostró una diferencia significativa. (36)

Centrándose en la precisión quirúrgica para tejido duro en el plano coronal, De Riu y col. compararon la capacidad de corregir la asimetría facial usando TSP y VSP evaluando a los pacientes después de la cirugía en un ensayo de 20 pacientes y definiendo las discrepancias lineales entre los puntos de referencia de la línea media considerados o el plano sagital y la línea media facial ideal o el plano medio sagital. Sus resultados mostraron que el grupo VSP mostró mejores índices de alineación en los puntos de referencia de la línea media considerados o plano sagital que el grupo TSP (los puntos de referencia de la línea media considerados o plano sagital, VSP frente a TSP; el punto interincisal superior, 88,10 frente al 76,25 %; el punto interincisal inferior, 88,17 vs 50,82 %; líneas medias dentales,



92,59 vs 58,50 %; mentón esquelético, 85,77 versus 79,67 %; plano sagital maxilar, 71,61 versus 58,83 %; plano sagital mandibular, 80,18 versus 42,74 %. Tres mediciones (el plano sagital mandibular, $p=0,01$; el punto interincisal inferior, $p=0,03$; las líneas medias dentales, $p=0,03$) mostraron diferencias significativas. (44)

7. CONCLUSIONES

Con el desarrollo de hardware y software para imágenes 3D, la técnica de planificación virtual quirúrgica se ha convertido en una de las mejores opciones en comparación con las técnicas tradicionales para la cirugía ortognática en muchos aspectos, especialmente en el control tridimensional del maxilar, asociado a esto la fabricación de guías de corte, perforación y fijación con placas preformadas o customizadas han sido una de las alternativas de mayor control tridimensional, sin embargo el costo y la disposición de estos no se encuentran al alcance de todos los cirujanos maxilofaciales, es por esto la creación de laser en el plano de Fox para determinar la adecuada posición del maxilar en el transquirúrgico, como una opción al alcance de todos.

7.1 RECURSOS HUMANOS

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

7.2 RECURSOS FINANCIEROS

Los recursos financieros serán sustentados por el tesista, actual residente con beca por parte de la Secretaria de Salud para Residencias medicas.

7.3 CONFLICTO DE INTERÉSES

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

8. 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 CATaJJF. 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 dento-faciales 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 Asociación dental mexicana*. 1999 mayo-Junio; 56(3).
19. P. G. M. Knoop ABRWFBJONUOJRBSSDJDBLP. 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. Lin HH, Chiang WC, Lo LJ, Sheng-Pin Hsuam S, Wang CH, Wan SY. Artifact-resistant superimposition of digital dental models and cone-beam computed tomography images. *J Oral Maxillofac Surg* 2013; 71:1933e47.
21. Liao YS, Hsu SP, Lin PJ, Wang CH, Lin HH, Singhal D, et al. Accuracy and reproducibility of a manual 3-dimensional superimposition method to register dental model images to cone-beam computer tomography (CBCT) image—a preliminary study. *J Taiwan Assoc Orthod* 2012; 24:16e23.
22. Weber DW, Fallis DW, Packer MD. Three-dimensional reproducibility of natural head position. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 143:738e44.
23. Terajima M, Nakasima A, Aoki Y, Goto TK, Tokumori K, Mori N, et al. A 3-dimensional method for analyzing the morphology of patients with maxillofacial deformities. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136:857e67.
24. Stokbro K, Aagaard E, Torkov P, Bell RB, Thygesen T. Virtual planning in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014; 43:957e65.



25. Kaipatur NR, Flores-Mir C. Accuracy of computer programs in predicting orthognathic surgery soft tissue response. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67:751e9.
26. De Riu G, Meloni SM, Baj A, Corda A, Soma D, Tullio A. Computer-assisted orthognathic surgery for correction of facial asymmetry: results of a randomised controlled clinical trial. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2014; 52:251e7.
27. Ling JM, Dinesh SK, Pang BC, Chen MW, Lim HL, Louange DT, et al. Routine spinal navigation for thoracolumbar pedicle screw insertion using the O-arm three-dimensional Imaging system improves placement accuracy. *J Clin Neurosci* 2014; 21:493e8.
28. Rambani R, Varghese M. Computer assisted navigation in orthopaedics and trauma surgery. *Orthopaed Trauma* 2014; 28:50e7
29. Choudhury N, Ge´linas-Phaneuf N, Delorme S, Maestro RD. Fundamentals of neurosurgery: virtual reality tasks for training and evaluation of technical skills. *World Neurosurg* 2013;80: e9e19.
30. . Verhaeghe W, Schepers S, Sun Y, Orye J, Vrielinck L, Lakiere E, et al. Removal of a low-velocity projectile from the base of the sphenoid sinus using navigation guided endoscopy. *J Craniofac Surg* 2012; 23:472e6.
31. 44. Kang SH, Lee JW, Lim SH, Kim YH, Kim MK. Verification of the usability of a navigation method in dental implant surgery:

in vitro comparison with the stereolithographic surgicalguide template method. *J Craniomaxillofac Surg* 2014;42: 1530e5.
32. 45. Markiewicz MR, Dierks EJ, Bell RB. Does intraoperative navigation restore orbital dimensions in traumatic and post-ablative defects? *J Craniomaxillofac Surg* 2012;40: 142e8.
33. Lu“bbers HT, Obwegeser JA, Matthews F, Eyrich G, Gra“tz KW, Kruse A. A simple and flexible concept for computernavigated surgery of the mandible. *J Oral Maxillofac Surg* 2011; 69:924e30.
34. Scolozzi P. Computer-aided design and com-puter-aided modeling (CAD/CAM) generat-ed surgical splints, cutting guides and custom-made implants: which indications in orthognathic surgery? *Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale* 2015; 116:343–9.



35. Kraeima J, Schepers RH, Spijkervet FKL, Maal TJJ, Baan F, Witjes MJH, et al. Splintless surgery using patient-specific osteosynthesis in Le Fort I osteotomies: a randomized controlled multi-centre trial. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2020 Apr;49(4):454–60.
36. Chen Z, Mo S, Fan X, You Y, Ye G, Zhou N. 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 Sep;
37. Hanafy M, Akoush Y, Abou-Elfetouh A, Mounir RM: Precision of orthognathic digital plan transfer using patient-specific cutting guides and osteosynthesis versus mixed analogue–digitally planned surgery: a randomized controlled clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Surg* 49: 62, 2020
38. Ramirez Lugo R, Crespo Reinoso P, Guevara Mejia J, Escamilla Soto M. Surgical Control of the Pitch, Roll and Yaw in the Maxillary Arch: A Technical Note. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*. 2021 oct 15;
39. Mazzoni S, Bianchi A, Schiariti G, Badiali G, Marchetti C. Computer-aided design, and computer-aided manufacturing cutting guides and customized titanium plates are useful in upper maxilla waferless repositioning. *J Oral Maxillofac Surg* 2015; 73:701–7.
40. Zinser MJ, Sailer FH, Ritter L, Braumann B, Maegele M, Zoëller JE. ¿A paradigm shift in orthognathic surgery? A comparison of navigation, computer-aided designed/computer- aided manufactured splints, and “classic” intermaxillary splints to surgical transfer of virtual orthognathic planning. *J Oral Maxillofac Surg* 2013;71. 2151.e21.
41. Sun Y, Luebbbers HT, Agbaje JO, Schepers S, Vrielinck L, Lambrichts I, Politis C. Accuracy of upper jaw positioning with intermediate splint fabrication after virtual planning in bimaxillary orthognathic surgery. *J Craniofac Surg* 2013; 24:1871–6.
42. Bengtsson M, Wall G, Becktor JP, Rasmusson L: A comparison of cost-effectiveness of computer-assisted 2-and 3-dimensional planning techniques in orthognathic surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg* 57: 352, 2019
43. Schneider D, Kammerer PW, Hennig M, Schon G, Thiem DGE, Bschorer R: Customized virtual surgical planning in bimaxillary orthognathic surgery: a



POTOSÍ
PARA LOS POTOSINOS
GOBIERNO DEL ESTADO 2021-2027



HOSPITAL CENTRAL
DR. IGNACIO
MORONES PRIETO

prospective randomized trial. Clin Oral Investig 23: 3115, 2019

44. De Riu G, Meloni SM, Baj A, Corda A, Soma D, Tullio A: Computer-assisted orthognathic surgery for correction of facial asymmetry: results of a randomised controlled clinical trial. Br J Oral Maxillofac Surg 52: 251, 2014