

45 VIDEOS

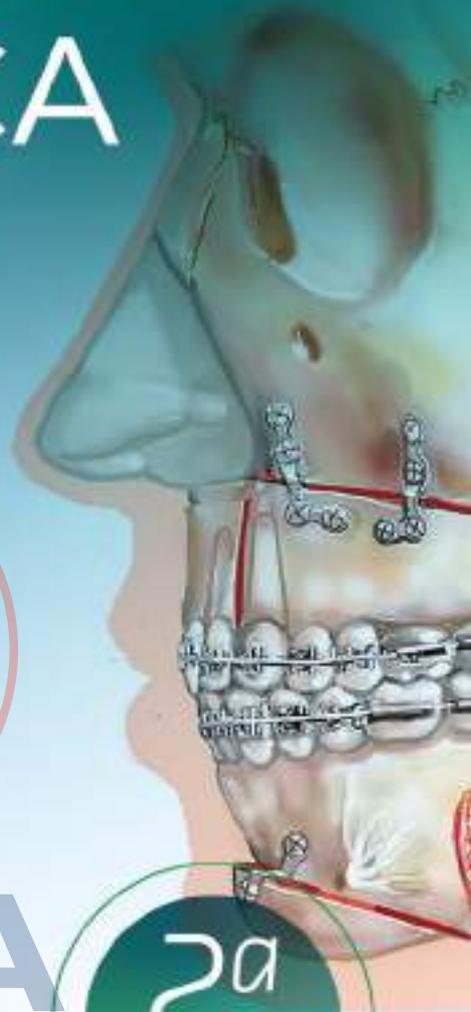
BIBLIOTECA
DIGITAL

INCLUYE
E-BOOK | 45
VIDEOS

CIRUGÍA ORTOGNÁTICA

PRINCIPIOS Y PRÁCTICAS

TOMO 2

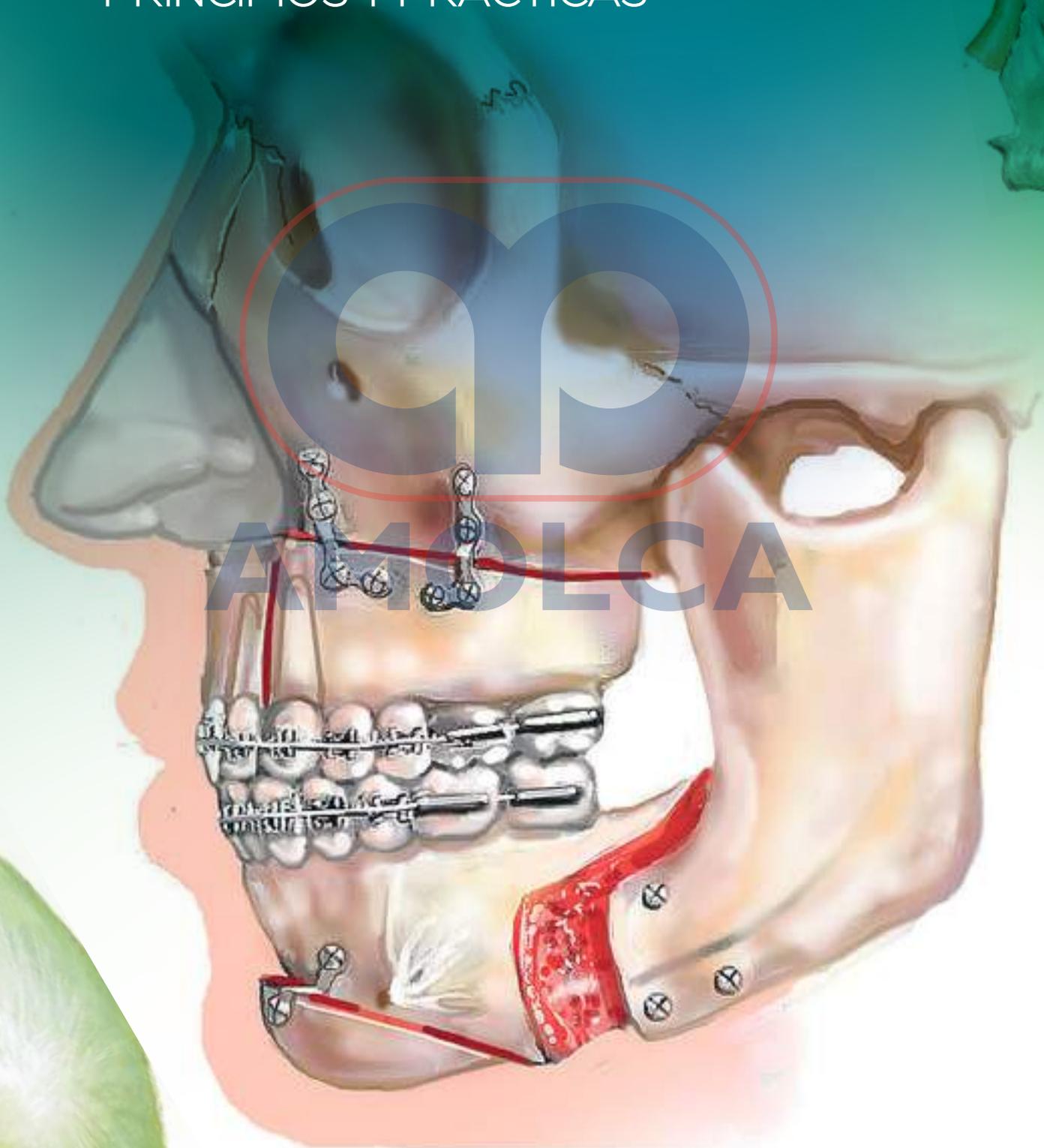


JEFFREY C.
POSNICK



CIRUGÍA ORTOGNÁTICA

PRINCIPIOS Y PRÁCTICAS



AMOLCA

2ª
EDICIÓN

TOMO 1

CIRUGÍA

ORTOGNÁTICA

PRINCIPIOS Y PRÁCTICAS

JEFFREY C. POSNICK, DMD, MD

Profesor emérito de Cirugía plástica y Pediatría
Facultad de Medicina de la Universidad de Georgetown
Washington, DC, EE. UU.

Profesor de Ortodoncia

Universidad of Maryland, Facultad de Cirugía odontológica de Baltimore
Baltimore, Maryland, EE. UU.

Profesor de Cirugía oral y maxilofacial

Facultad de Odontología de la Universidad Howard
Washington, DC, EE. UU.

Profesor adjunto de Cirugía plástica y reparadora

Facultad de Medicina John Hopkins

Baltimore, Maryland, EE. UU.

Editor asociado

Brian E. Kinard, DMD, MD

Profesor asistente del Departamento de Cirugía oral y maxilofacial,

Departamento de Ortodoncia

Facultad de Odontología de la Universidad de Alabama en Birmingham

Birmingham, Alabama, EE. UU.

2024


AMOLCA

Editor en jefe: Félix E. Suárez

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o transmitirse por ningún medio electrónico, mecánico, incluyendo fotocopiado o grabado mediante cualquier sistema de almacenamiento de información sin el permiso escrito de los editores.

El editor no es responsable (de hechos de responsabilidad, negligencia u otra) por lesión alguna resultante de cualquier material contenido aquí. Esta publicación contiene información relacionada a principios generales de cuidados médicos que no deben ser tomados como instrucciones específicas para pacientes individuales. La información y empaque de productos manufacturados insertos deben ser revisados para el conocimiento actual, incluyendo contraindicaciones, dosis y precauciones.

Esta traducción ha sido publicada por AMOLCA. Practicantes e investigadores deben confiar siempre en su propia experiencia y conocimientos al momento de evaluar y usar cualquier información, métodos, composiciones o experimentos aquí descritos. Debido al rápido avance de la ciencia médica, en lo particular, se debe realizar la verificación independiente de los diagnósticos y dosificaciones. En toda la extensión de la ley, ninguna responsabilidad será asumida por Elsevier, autores, editores o colaboradores en cuanto a la traducción o alguna lesión y/o daño a personas y/o propiedades como consecuencia de la responsabilidad, negligencia u otros, o de cualquier uso u operación de cualquier método, productos o ideas contenidas en este material.

Edición original en idioma inglés:

Copyright © 2023 by Elsevier Inc. All rights reserved.

This translated edition of *Orthognathic Surgery - 2 Volume Set, 2e*

by Jeffrey C. Posnick is undertaken by AMOLCA and published by arrangement with Elsevier Inc.

Esta edición traducida de *Orthognathic Surgery - 2 Volume Set, 2e*

de Jeffrey C. Posnick es editada por AMOLCA y publicada bajo acuerdo con Elsevier Inc.

ISBN: 978-0-323-79182-3

Edición en idioma castellano:

Copyright © 2024. Editorial Amolca, S. A. S.

Esta edición de *Cirugía ortognática. Principios y prácticas. Tomos 1 y 2, segunda edición*

de Jeffrey C. Posnick es editada por AMOLCA y publicada bajo acuerdo con Elsevier Inc.

ISBN: 978-628-7681-15-6

Edición año 2024

Corrección clínica: Hans Cordsen, Claudio Hernández

Corrección de estilo y gramática: Carmen Domínguez

Artes finales: Andrea Miranda

Diseño de portada: Steven Cifuentes

Impreso en China

CASA MATRIZ 

Cra 43 # 9 Sur 195 Ed. Square Torre
Inexmoda Ofc. 1334 - 1338
Medellín, Colombia
(604) 479 74 31
hola@amolca.com

AMOLCA MÉXICO 

William Riaño Baute
Arquitectura 49 – 202 o Videoportero
Amolca. Colonia Copilco Universidad.
Alcaldía Coyoacán. C.P. 04360.
Ciudad de México.
+52 5556580882
administracion@amolcamexico.com
amolca@me.com

AMOLCA COLOMBIA 

Elkin Restrepo
Circular 5 #71 A -5 Barrio Laureles
(604) 444 3314 +57 3175049844
gerencia@amolca.com.co

AMOLCA PERÚ 

Rafael Ángel Cortés Flórez
Jr. Inclan 312 Magdalena del Mar, Lima
(051) 2433161
ventas@amolca.com.pe

AMOLCA CHILE 

Nilda Cortés Flórez
General Bustamante 24, oficina 1.
Providencia, Santiago de Chile
+56 944182523
ventas@amolcachile.com

AMOLCA VENEZUELA 

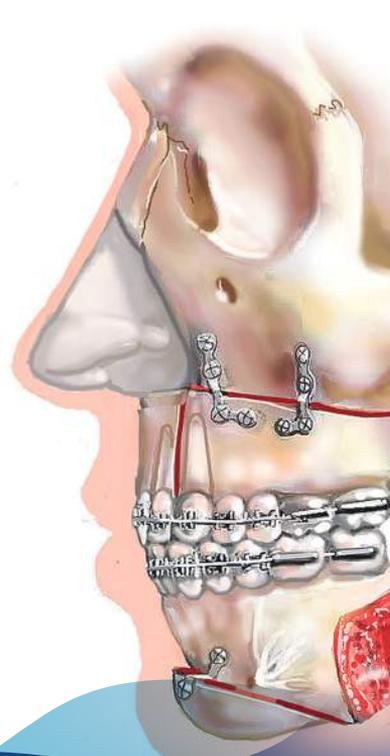
Carmen Rosandra Fernandes
Calle VillaFlor Edificio Centro Profesional del Este
Piso 08 Oficina 81. Urbanización San Antonio /
Sabana Grande Sur Parroquia El Recreo, Municipio
Libertador. Distrito Libertador
+ 58 0414-255 51 85
comercioexterno@amolca.com

Distribuidores

Argentina - Bolivia - Brasil - Ecuador - El Salvador - España - Guatemala
Honduras - Panamá - Paraguay - República Dominicana - Uruguay



WWW.AMOLCA.COM





Dedicatoria

A Patti, mi esposa de muchas décadas, que sigue siendo mi mejor amiga y mi alma gemela, y a Joshua y David, nuestros dos hijos, que se han convertido en hombres excelentes y entrañables amigos. También a Elena, la maravillosa esposa de Joshua, y a Sonia, nuestra encantadora nieta.

AMOLCA

Prólogo a la segunda edición

Como escribí en el prólogo de la primera edición de *Cirugía ortognática: principios y práctica*, me siento honrado de contribuir de forma similar a la segunda edición, casi 10 años después. No voy a repetir lo que dije anteriormente, salvo para señalar que conozco a Jeffrey Posnick desde hace muchos años, desde sus días de estudiante en la Facultad de Odontología de Harvard. Acudía a menudo a la Clínica craneofacial del Hospital Infantil de Boston y mostraba gran interés y “capacidad de asombro”* en relación con nuestros pacientes, haciendo siempre preguntas pertinentes y estimulantes. Durante los 30 años siguientes, tras su formación quirúrgica, el Dr. Posnick se convirtió en un cirujano de renombre mundial especializado en cirugía ortognática y craneofacial. Este libro, en su segunda edición, documenta esta experiencia única, extensa, reflexiva y meticulosamente ejecutada.

La primera edición supuso una importante contribución a la bibliografía especializada, que ilustró a estudiantes, residentes, becarios, cirujanos en ejercicio y ortodontistas, y les ayudó a atender a sus pacientes. Se trataba de un texto amplio y de una fuente de conocimientos empíricos, históricos y actuales, sobre anatomía quirúrgica, crecimiento y desarrollo, diagnóstico, planificación del tratamiento, salud psicosocial, habla, problemas respiratorios asociados con las deformaciones dentofaciales, así como principios y técnica quirúrgica. Esta segunda edición, un nuevo *tour de force*, hará lo mismo. Se trata de libros de principios y estrategias de amplio espectro, por lo que una parte importante del material seguirá siendo relevante años después de su publicación.

Entonces, ¿qué hace que esta nueva edición destaque? Esta consta de 40 capítulos (todos, menos dos, escritos por el Dr. Posnick) que ofrecen un tratado completo y actualizado sobre la cirugía ortognática y sus temas afines. Al tratarse de un libro escrito por un solo autor, tiene un formato coherente, un estilo de redacción y una “personalidad” que no se suelen conseguir en un libro de texto escrito y editado por varios autores. Los exhaustivos capítulos se han actualizado e incluyen una perspectiva histórica, información anatómica y diagnóstica, estrategias y aspectos específicos de la planificación del tratamiento, así como la técnica quirúrgica y los resultados pertinentes. Para ofrecer una perspectiva completa, se presentan el seguimiento a largo plazo y las complicaciones, junto con los excelentes resultados a corto plazo. El libro está bien organizado, es conciso y hay pocas repeticiones innecesarias, lo que suele ocurrir en un texto con varios autores. Los capítulos reflejan los profundos conocimientos del autor sobre cada tema y, además, la calidad del texto, las ilustraciones, la documentación clínica y las referencias son consistentes con este conocimiento.

Una vez más, hay que felicitar al editor por la producción de más de 8000 imágenes, ilustraciones y videos de alta

calidad. El capítulo sobre genética, del difunto M. Michael Cohen Jr., sigue siendo una lectura valiosa para los clínicos. Estoy seguro de que su desafortunado fallecimiento, tras la publicación de la primera edición, ha provocado una posible falta de información adicional y entretenida, como solo su conocimiento y estilo de escritura únicos podrían proporcionar. Sin embargo, el capítulo original está magníficamente escrito y su relevancia es intemporal. Esta edición incluye un capítulo nuevo sobre planificación quirúrgica virtual, escrito por el Dr. Brian Kinard. Se trata de una adición importante, ya que muestra las nuevas técnicas de imagen que han facilitado el análisis anatómico virtual, la segmentación esquelética, la planificación quirúrgica y el uso de guías de corte y de aparatos de fijación específicos para cada paciente. De igual importancia, como se señala en el libro, es el peligro potencial de que esta nueva tecnología baje el listón para los cirujanos sin la formación y la experiencia adecuadas para “saltar” al campo de la cirugía ortognática porque esta tecnología, que permite la planificación del tratamiento por los ingenieros de programación basada en datos de imagen, puede darles una falsa sensación de seguridad y llevarlos a creer que conseguirán resultados satisfactorios siempre que “corten siguiendo línea de puntos”. La sustitución tecnológica y la exclusión de una estrategia clínica apropiada es una receta para resultados menos que adecuados.

El capítulo sobre antecedentes históricos es importante para el lector. Los papeles de Obwegeser, Bell y Luhr son probablemente familiares para la mayoría de los cirujanos, pero las contribuciones de tres de nuestros colegas ortodontistas históricos (Angle, Proffit y Andrews) pueden no ser tan conocidas. Agradecemos enormemente el esfuerzo de investigación y el material de fuentes primarias que se recogen en ese capítulo.

El libro, típico de la obra del Dr. Posnick, es meticuloso, está bien organizado, bien escrito y muy bien ilustrado. Los “comentarios al margen” estratégicamente situados en los capítulos son de gran ayuda. Posnick presta una atención obsesiva a los detalles y, por ello, cada capítulo incluye un exhaustivo material de fondo presentado con una revisión erudita de la bibliografía pertinente. Se pone de manifiesto la importancia de estos antecedentes para la planificación general del tratamiento, la ejecución y el resultado de la cirugía ortognática, y todo ello se apoya en el increíble material, bien documentado y bellamente ilustrado, procedente de la experiencia personal y la práctica de Jeff. Esta presentación permite al lector beneficiarse del pensamiento de Jeff y de sus triunfos, retos y dificultades.

Se ha escrito mucho sobre el tema de la cirugía ortognática, desde su historia, biología básica y fisiología de las operaciones, descripciones de las técnicas, estudios de resultados evaluados por expertos, hasta artículos de revisión y libros de texto. El reto de escribir sobre un tema común es

*Mulliken J.B. A sense of wonder. *Plast Reconstr Surg*. 2002;110:1353–1359.

aportar nuevas ideas e información a los lectores, decir algo nuevo o significativo y no limitarse a decir lo que ya se ha dicho. El Dr. Posnick supera este reto en su *Cirugía ortognática: Principios y práctica*. Este es un libro amplio y erudito, está bien sustentado en los antecedentes, respaldado por datos y, una vez más, destaco el asombroso número y calidad de las ilustraciones en color, que son un mérito de Jeff y del compromiso de la editorial.

Este texto debería ser de lectura obligada para todos los clínicos interesados en la cirugía ortognática.

Leonard B. Kaban, DMD, MD
Profesor honorario y Jefe emérito de la cátedra Walter C.
Guralnick
Departamento de Cirugía Oral y Maxilofacial
Hospital General de Massachusetts
Facultad de Odontología de Harvard
Boston, Massachusetts, EE. UU.



Prólogo a la primera edición

Cuando Jeff Posnick me pidió que escribiera un prólogo para su nuevo libro sobre cirugía ortognática dije que sí, sin dudar. Conozco y respeto a Jeff desde que era un estudiante entusiasta, curioso y muy brillante de la Facultad de Odontología de Harvard, promoción de 1977. Estos años de formación como estudiante fueron decisivos para el posterior desarrollo de sus intereses y su carrera en cirugía craneofacial y ortognática. Jeff asistía a la Clínica craneofacial del Hospital Infantil muchos viernes por la tarde, donde nos observaba a Joseph Murray, John Mulliken y a mí interactuando con nuestros pacientes craneofaciales complejos, con sus familias, con nuestros estudiantes y residentes y con el resto de nuestro equipo. Desde el principio, Jeff me cayó bien personalmente y entablé una relación con él porque era muy atento y hacía muchas preguntas inquisitivas. No lo hacía para presumir (como suelen hacer los estudiantes de Harvard), sino para satisfacer su curiosidad inherente y su afán de aprender. A día de hoy, Jeff llama de vez en cuando para comentar un caso y pedir consejo, no porque no tenga sus propias ideas o porque no sepa qué hacer, sino para consultar a otra persona y saber si tiene algo que añadir. Esto es coherente con su deseo de obtener la mejor información para ayudar a cada paciente y de formarse a sí mismo porque, cuando le das un consejo, Jeff siempre tiene más preguntas para poner a prueba tus conocimientos y recomendaciones. He disfrutado mucho de estas interacciones a lo largo de los años, incluso cuando nuestras opiniones han diferido, y también admiro la persistente “capacidad de asombro” de Jeff durante su larga carrera.*

Al no haber escrito nunca un prólogo, me planteé la función de este y de quien lo escribe. Me sorprendió descubrir que la mayoría de los textos en las disciplinas quirúrgicas tienen un prefacio o una introducción escritos por el autor, en los que cuenta cómo se interesó por el tema del libro y describe cómo surgió. El prefacio o la introducción también pueden contener un resumen del contenido del libro. En cambio, el prólogo, menos habitual, es una breve declaración introductoria escrita por una persona distinta del autor. El escritor de un prólogo puede ser un experto en la materia, autor de un libro similar y tener relación con el autor, de tal manera que se puede suponer que dirá cosas buenas sobre el libro y explicará al lector por qué merece la pena leer el libro en cuestión. En este sentido, el prólogo puede ser útil para la estrategia de marketing del editor.

Cuanto más pensaba en la tarea que tenía entre manos, más onerosa me parecía. No me cabía ninguna duda de que este libro sería una importante contribución al campo, como lo había sido el libro en 2 volúmenes de Jeff Posnick: *Craniofacial and Maxillofacial Surgery in Children and Adolescents*, (Filadelfia, WB Saunders, 2000). En el prólogo de ese libro, el Dr.

Paul Tessier escribió: “Gracias al Dr. Posnick por su trabajo global y al editor por aceptar tal abundancia de imágenes para su impresión. A medida que nos acercamos al año 2000 (que no tiene realidad cuantitativa), este libro es ya un hito en la cirugía craneofacial.” M. Michael Cohen Jr. escribió un segundo prólogo calificándolo de *tour de force* y señalando que Jeff había escrito 40 de los 45 capítulos, lo que lo convertía en un libro inusual de un solo autor en relación con el tema principal. Pues bien, *Cirugía ortognática: principios y práctica* es, a partes iguales, un hito y un *tour de force* y es inútil intentar decir algo ingenioso sobre él. Cualquiera que lea este libro descubrirá que este habla por sí mismo: *Res ipsa loquitur*.

Al igual que *Craniofacial and Maxillofacial Surgery in Children and Adolescents*, el libro *Cirugía ortognática: principios y práctica* es un conjunto de 2 volúmenes de un solo autor y, por lo tanto, tiene un formato coherente, un estilo de escritura y una “personalidad” que no se consiguen habitualmente en un libro de texto escrito y editado por varios autores. Esto hace que su lectura sea más fácil y agradable. El libro se divide en siete secciones: Principios y conceptos básicos; Planificación, técnica quirúrgica y complicaciones; Patrones y presentaciones clásicas de la deformación dentofacial; Malformaciones frecuentes con deformación dentofacial; Deformaciones de la hendidura mandibular; Deformaciones dentofaciales post-traumáticas, [hormonales y autoinmunes] y Consideraciones estéticas frecuentes en el paciente con deformación dentofacial. El Dr. Posnick escribió 39 de los 40 capítulos. El primer y único capítulo invitado es la contribución maravillosamente informativa y entretenida del colega y amigo de Jeff desde hace muchos años, M. Michael Cohen Jr.: Perspectivas sobre el rostro.

Jeff Posnick es meticuloso y presta una atención obsesiva a los detalles. Por ello, cada capítulo incluye un exhaustivo material de fondo presentado con una erudita revisión de la literatura pertinente y se revela la importancia de estos antecedentes para la planificación general del tratamiento, la ejecución y el resultado de la cirugía ortognática, con apoyo en el increíble material, bien documentado y bellamente ilustrado, de la experiencia personal y la práctica de Jeff. Esta presentación permite al lector beneficiarse del pensamiento de Jeff y de sus triunfos, retos y dificultades.

No corresponde al autor del prólogo resumir el libro. Sin embargo, me gustaría describir los aspectos más destacados de solo dos capítulos para apoyar mis elogiosos comentarios anteriores. El capítulo 2 trata de los pioneros de la ortodoncia, la cirugía oral y maxilofacial, la cirugía plástica y la cirugía craneofacial. Jeff Posnick relata minuciosamente los avances decisivos en estas especialidades que nos han llevado a la situación actual. El capítulo se lee como una apasionante novela. No solo se documenta la historia con detalle referenciado, sino que también se describen anécdotas de las relaciones personales entre estos grandes líderes

*Mulliken J.B. A sense of wonder. *Plast Reconstr Surg*, 2002;110:1353–1359.

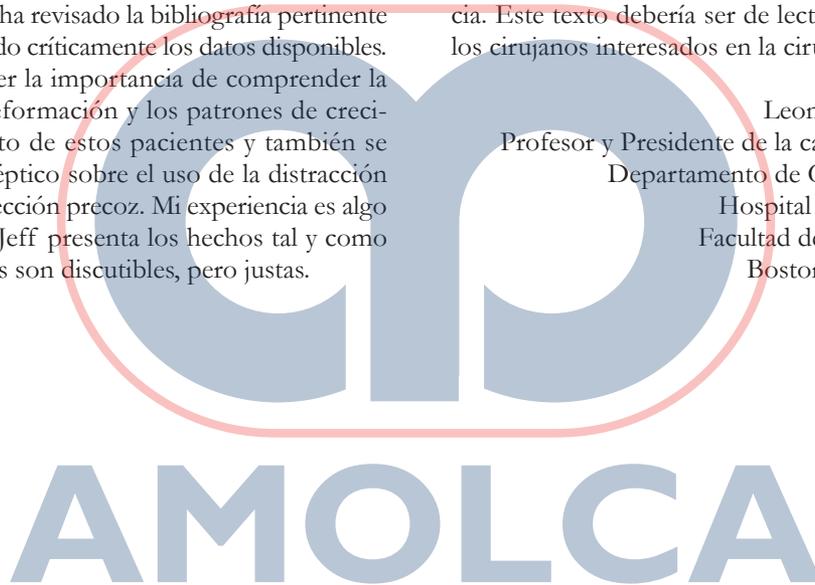
y comunicaciones personales sobre su pensamiento, ideas, triunfos y tribulaciones. El capítulo termina agradeciendo a los pioneros sus contribuciones y con un llamamiento a las futuras generaciones de cirujanos para que acepten el reto de crear sus propias innovaciones.

El Capítulo 28, sobre la microsomía hemifacial (HFM, por sus siglas en inglés), una deformación que me interesa especialmente, es otro ejemplo de la calidad de este texto. Jeff Posnick y yo tenemos algunos desacuerdos en este campo, sobre todo en lo que se refiere a la progresión natural de la deformación y el momento oportuno para el tratamiento. También discrepamos sobre los beneficios potenciales de la corrección quirúrgica durante el crecimiento, es decir, en la fase de dentición mixta. No obstante, este capítulo es uno de los tratados más completos que encontrará en un solo lugar sobre la afección, lo que se sabe de la etiopatogenia y todas las cuestiones pertinentes en relación con el cuidado de los pacientes con esta asimetría facial variable y, en mi opinión, progresiva. Jeff Posnick ha revisado la bibliografía pertinente y ha presentado y evaluado críticamente los datos disponibles. Al hacerlo, da a entender la importancia de comprender la historia natural de la deformación y los patrones de crecimiento en el tratamiento de estos pacientes y también se muestra prudente y escéptico sobre el uso de la distracción osteogénica para la corrección precoz. Mi experiencia es algo diferente, sin embargo, Jeff presenta los hechos tal y como los ve y sus conclusiones son discutibles, pero justas.

Se ha escrito mucho sobre el tema de la cirugía ortognática, desde su historia, biología básica y fisiología de las operaciones, descripción de las técnicas y estudios de resultados evaluados por expertos, hasta artículos de revisión y libros de texto. El reto de escribir sobre un tema común es aportar nuevas ideas e información a los lectores, decir algo nuevo o significativo y no limitarse a decir lo que ya se ha dicho. Jeff Posnick supera este reto en su *Cirugía ortognática: principios y práctica*. Es exhaustivo, está bien sustentado, respaldado por datos y es erudito. También hay que destacar el asombroso número de ilustraciones a color de gran calidad, un mérito de Jeff y del compromiso de la editorial.

Empecé este proyecto un hermoso fin de semana de principios de verano en Boston, pensando que revisaría los capítulos rápidamente durante unas horas para hacerme una idea del libro. Sin embargo, sin otra opción y sin que ese fuera el plan, me pasé todo el fin de semana leyéndolo: no podía dejarlo. Sospecho que los lectores tendrán la misma experiencia. Este texto debería ser de lectura obligatoria para todos los cirujanos interesados en la cirugía ortognática.

Leonard B. Kaban, DMD, MD
Profesor y Presidente de la cátedra Walter C. Guralnick
Departamento de Cirugía Oral y Maxilofacial
Hospital General de Massachusetts
Facultad de Odontología de Harvard
Boston, Massachusetts, EE. UU.



AMOLCA

Prefacio

Al releer el prefacio a la primera edición, y con el beneficio de una década transcurrida, hay algunos puntos que me gustaría volver a subrayar.

Recordando a nuestros pioneros

Debemos mucha gratitud a los cirujanos y ortodoncistas pioneros en el campo de la cirugía ortognática. Aunque ha habido muchos gigantes en ambos campos, tres cirujanos y tres ortodoncistas merecen una mención especial por sus contribuciones, que se han convertido en hitos. Los cirujanos son Hugo Obwegeser, William Bell y Hans Luhr, y los ortodoncistas son Edward Angle, William Proffit y Lawrence Andrews. Obwegeser describió una forma segura y práctica de seccionar quirúrgicamente y luego reposicionar el maxilar (osteotomía de Le Fort I), la mandíbula (osteotomía sagital de la rama) y el mentón (osteotomía oblicua intraoral). Bell utilizó un modelo experimental para demostrar la seguridad biológica de las osteotomías ortognáticas. Luhr desarrolló y demostró el uso de pequeñas placas metálicas y tornillos para la fijación rígida, práctica y segura de todos los huesos del esqueleto craneomaxilofacial. En cuanto a los pioneros ortodoncistas, Angle fue el primero en articular la diferencia entre la maloclusión dental y la deformación dentofacial con maloclusión, además de visualizar las posibilidades de corrección mediante osteotomías maxilares. Angle desafió activamente a los cirujanos a considerar la **cirugía electiva** para la reconstrucción de la mandíbula y proporcionó un plano que explicaba cómo hacerlo. Fue Proffit quien reconoció desde el principio la ventaja de una interacción rutinaria, colaborativa, entre el cirujano y el ortodoncista, para corregir las deformaciones dentofaciales y la maloclusión asociada. También destacó la importancia de evaluar los resultados a largo plazo y ajustar el tratamiento en consecuencia. Las principales aportaciones de Andrews son dos: en primer lugar, el reconocimiento de la importancia biológica del uso de la mecánica ortodóntica para centrar las raíces dentales sólidamente en el hueso dentoalveolar y, en segundo lugar, la recomendación sin paliativos de las osteotomías maxilares para conseguir una oclusión óptima, la salud dental a largo plazo y la armonía facial.

Acerca de este libro

La mayoría de los libros de medicina son una recopilación de contribuciones de capítulos individuales que se engloban dentro de un tema general. El editor o los coeditores del libro deciden el autor principal de cada capítulo y dejan los detalles en manos de cada autor. Este método de compilar un libro de medicina tiene la ventaja de reunir un espectro de

opiniones de diversos autores, aunque a menudo adolece de repeticiones, desorganización, variaciones significativas en el estilo de redacción, retrasos en la publicación y supervisión editorial limitada en el contenido de los capítulos, incluidos los casos demostrativos, y todos estos factores limitan el valor del libro para el lector.

Cirugía ortognática: principios y práctica, es un libro de texto único en el sentido de que tanto la primera como la segunda edición han sido escritas y editadas principalmente por un único cirujano. La excepción de esta norma es la contribución “Perspectivas sobre el rostro” (Capítulo 1) del difunto M. Michael Cohen Jr. y la contribución de Brian Kinard: “Planificación quirúrgica virtual para la cirugía ortognática bimaxilar” (Capítulo 14). Como editor y autor responsable, he aprovechado la oportunidad para profundizar en el tema de cada capítulo manteniendo, sin embargo, la unidad con el propósito general del libro, he tratado de evitar la repetición entre capítulos pero también de escribir cada capítulo como una unidad autónoma de conocimiento sobre el tema, asimismo, he querido mantener la coherencia del formato de presentación en la palabra escrita, las figuras, los informes de casos de pacientes y las ilustraciones. He proporcionado referencias históricas y actuales para respaldar las afirmaciones factuales y he sido respetuoso con los pioneros que nos han precedido. En su mayor parte, los comentarios (opiniones) dentro de cada capítulo están etiquetados como tales.

Durante mi época de cirujano, he encontrado satisfacción profesional en articular mis pensamientos en palabras y luego organizarlos sobre el papel. Para este libro, cada capítulo ha sido revisado muchas veces y, aunque nunca han estado realmente acabados, se han llevado a imprenta lo más actualizados que fue posible. Lo más difícil al escribir es la sencillez y la claridad, por lo que he intentado eliminar el exceso de cada frase y hacer afirmaciones llanas siempre que ha sido posible.

Hace más de cuatro años Brian Kinard comenzó un año de beca quirúrgica en el Posnick Center for Facial Plastic Surgery. Ese fue también el momento para decidir si escribía una segunda edición de *Cirugía ortognática: principios y práctica*. Inseguro de que un libro de conocimientos sobre el tema siguiera teniendo valor para la siguiente generación, Brian me convenció de que su generación de cirujanos y ortodoncistas encontraría en una segunda edición un recurso valioso. Él aceptó ser mi editor asociado y yo me comprometí con esta segunda edición. Su intelecto, persistencia, energía positiva, habilidades tecnológicas, paciencia y las muchas discusiones sobre temas quirúrgicos han sido inestimables durante el proceso de publicación.

Dónde estamos hoy

Hoy en día, los conocimientos sobre cómo mejorar de forma segura y eficiente la calidad de vida del individuo con una

deformación dentofacial son amplios. Desde la publicación de la primera edición (2014), los avances en la aplicación de la tecnología han bajado el listón de entrada para un cirujano maxilofacial interesado en realizar procedimientos ortognáticos y para el ortodoncista que ofrece un tratamiento coordinado, pero la necesidad de aprender la estrategia para el cuidado del paciente permanece. Saber qué hacer y cuándo hacerlo para obtener resultados óptimos sigue requiriendo una combinación de conocimientos profundos y de experiencia.

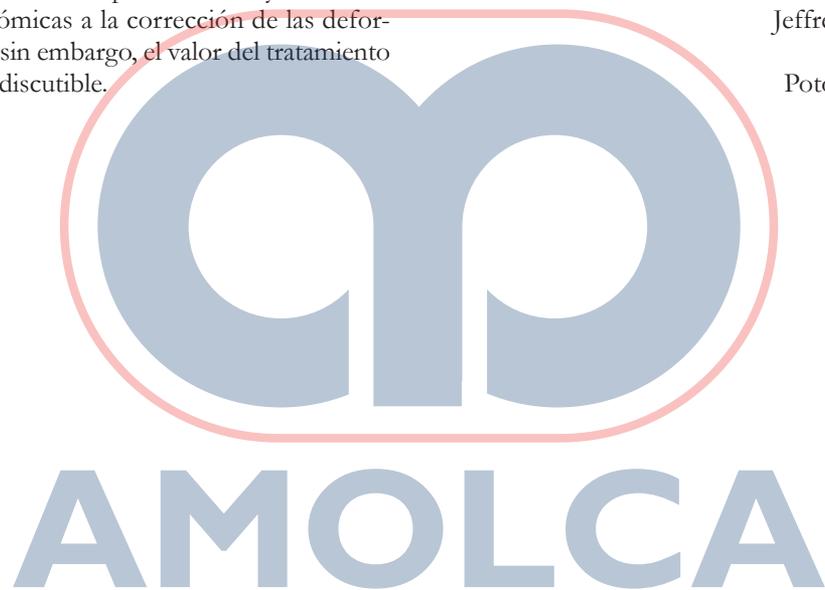
El diagnóstico exhaustivo del paciente con deformación dentofacial antes de iniciar cualquier tratamiento sigue siendo una prioridad y la tríada de mejora de la calidad de vida mediante el logro de la salud dental a largo plazo, una vía aérea superior abierta y una estética facial óptima es ahora un estándar de atención alcanzable. Sigue habiendo limitaciones en la realización de la cirugía ortognática, relacionadas con la distribución desigual de clínicos experimentados y dedicados y con las barreras económicas a la corrección de las deformaciones dentofaciales, sin embargo, el valor del tratamiento para mejorar vidas es indiscutible.

Agradecimientos

Para escribir este texto, he contado con la ayuda de clínicos de diversos campos que han criticado cada capítulo por su precisión, profundidad de conocimientos y facilidad de lectura. Me he apoyado especialmente en varios antiguos becarios que se han convertido en colegas y amigos a lo largo de los años. Estoy agradecido por sus sugerencias individuales y colectivas, ya que cada uno ha aportado una perspectiva y una crítica diferentes.

Por último, doy las gracias a mis pacientes por confiar en mí para atenderlos a lo largo de los años y a quienes han permitido el uso de sus casos clínicos como instrumentos de enseñanza. La capacidad de presentar problemas clínicos de la vida real y soluciones reales mediante estudios de casos sigue siendo un método esencial para transmitir conocimientos a los cirujanos en formación y los mejores cirujanos siempre están en formación.

Jeffrey C. Posnick, DMD, MD
Posnick MD Consulting,
Potomac, Maryland, EE. UU.
drposnick@gmail.com



Prefacio a la primera edición

El tratamiento de las deformaciones dentofaciales ha avanzado mucho desde 1897, cuando Vilray Blair, con la ayuda de Edward Angle, realizó osteotomías de cuerpo mandibular bilaterales bajo anestesia de cloroformo para retraer una mandíbula prognática y mejorar la oclusión. La operación, que duró 70 minutos y se llevó a cabo en el Hospital Baptista de St. Louis, Missouri, también incluyó la colocación de una férula interoclusal de gutapercha hecha a la medida y la aplicación de una fijación intermaxilar.

El campo de la cirugía ortognática avanzó a pasos gigantados durante las seis décadas siguientes hasta que Hugo Obwegeser llevó a cabo los que se han convertido en los tres procedimientos ortognáticos clásicos: la osteotomía de Le Fort I (maxilar) con fractura maxilar, tracción y desimpacción, las osteotomías sagitales intraorales de la rama de la mandíbula y la osteotomía oblicua intraoral del mentón. Sus resultados, publicados en la década de 1950, así como sus presentaciones a lo largo de la década de 1960, difundieron estos primeros trabajos. La investigación en modelos animales llevada a cabo por William Bell confirmó la seguridad de estas osteotomías y sentó las bases para el perfeccionamiento de los procedimientos ortognáticos por parte de los cirujanos en ejercicio. En esta misma época, Hans Luhr desafió audazmente las ideas establecidas sobre la osteotomía y las técnicas de curación y estabilización de fracturas con sus conceptos de fijación rígida de placas metálicas y tornillos. Al mismo tiempo, la imaginativa introducción de la cirugía craneofacial por parte de Paul Tessier dinamizó el pensamiento sobre la reconstrucción de todas las afecciones de la cabeza y el cuello.

Hoy en día, los conocimientos sobre cómo mejorar de forma segura la calidad de vida del individuo con una deformación dentofacial son amplios. El objetivo ya no se limita a conseguir una mejor oclusión a corto plazo. Actualmente, la tríada de mejora de la calidad de vida mediante la consecución de una salud dental a largo plazo, una estética facial mejorada y una vía aérea abierta representa el patrón de referencia. Sigue habiendo limitaciones relacionadas con la distribución geográfica desigual de los profesionales clínicos especializados y experimentados, así como las barreras

económicas para la corrección de las deformaciones dentofaciales, sin embargo, el valor del tratamiento para mejorar vidas es indiscutible.

El último libro de texto completo sobre el tema: *Surgical Correction of Dentofacial Deformities*, editado por Bell, Proffit y White (1980), tuvo una gran repercusión en la atención a los pacientes y sigue siendo un hito en este campo. Desde entonces, se han publicado otros textos útiles pero no exhaustivos. Tras esbozar este proyecto, mi intención inicial era contar con la colaboración de expertos en la materia. Pronto me di cuenta de que esto era poco práctico si se quería recopilar a tiempo un conjunto amplio y coherente de conocimientos consistentes sobre el tema. Al escribir este texto con un solo autor (cuya excepción es un capítulo escrito por M. Michael Cohen Jr.), solicité la ayuda de clínicos de diversas especialidades para que leyeran cada capítulo y comprobaran su exactitud, profundidad y legibilidad. Esto incluyó críticas de académicos, clínicos en ejercicio, antiguos becarios de cirugía y residentes en formación que procedían de diversas especialidades, como cirugía oral y maxilofacial, ortodoncia, periodoncia, prostodoncia, logopedia, otorrinolaringología/cirugía de cabeza y cuello, cirugía plástica, anestesiología, genética médica, medicina del sueño, radiología, psicología y psiquiatría y patología. Agradezco sus sugerencias, ya que cada uno aportó una perspectiva diferente y una crítica individual. Al aclarar los conocimientos actuales sobre el tema, espero que este texto fomente una atención de calidad y nuevos avances en este campo.

También me gustaría dar las gracias a mis pacientes, que han permitido el uso de sus casos clínicos como instrumentos de enseñanza. La presentación de problemas clínicos y soluciones de la vida real sigue siendo una forma inestimable de transmitir estos conocimientos. Sin duda, sus aportaciones minimizarán los errores de tratamiento y optimizarán los resultados para futuros pacientes.

Jeffrey C. Posnick, DMD, MD
Director del Posnick Center for Facial Plastic Surgery
Chevy Chase, Maryland, EE. UU.

Contenido

Sección 1

Principios y conceptos básicos

- 1** Perspectivas sobre el rostro, 1
M. Michael Cohen Jr.
- 2** Hitos y pioneros de la ortodoncia y de la cirugía ortognática, 21
Jeffrey C. Posnick
- 3** Prevalencia de las deformaciones dentofaciales, sistema de clasificación biológica y frecuencia de la cirugía ortognática, 65
Jeffrey C. Posnick
- 4** Influencia de la herencia, del desarrollo y del ambiente en las deformaciones dentofaciales, 88
Jeffrey C. Posnick
- 5** Consideraciones ortodónticas en la evaluación y el tratamiento de las deformaciones dentofaciales, 156
Jeffrey C. Posnick
- 6** Consideraciones periodontales en la evaluación y el tratamiento de las deformaciones dentofaciales, 208
Jeffrey C. Posnick
- 7** Consideraciones psicosociales en la evaluación y el tratamiento de las deformaciones dentofaciales, 250
Jeffrey C. Posnick
- 8** Consideraciones sobre el habla, la masticación y la deglución en el tratamiento de las deformaciones dentofaciales, 268
Jeffrey C. Posnick
- 9** Trastornos temporomandibulares: efectos de la oclusión, el tratamiento ortodóntico y la cirugía ortognática, 306
Jeffrey C. Posnick
- 10** Consideraciones sobre las vías respiratorias en la evaluación y el tratamiento de las deformaciones dentofaciales, 333
Jeffrey C. Posnick

- 11** Técnicas anestésicas, pérdida de sangre/ reposición de líquidos, manejo de las vías respiratorias y convalecencia en el tratamiento de las deformaciones dentofaciales, 355
Jeffrey C. Posnick

Sección 2

Planificación, técnicas quirúrgicas y complicaciones

- 12** Planificación de la cirugía ortognática, 382
Jeffrey C. Posnick
- 13** Modelo de planificación quirúrgica para la cirugía ortognática bimaxilar, 419
Jeffrey C. Posnick
- 14** Planificación quirúrgica virtual para la cirugía ortognática bimaxilar, 481
Brian E. Kinard
- 15** Secuencia para la cirugía ortognática bimaxilar: enfoque paso a paso, 498
Jeffrey C. Posnick
- 16** Complicaciones relacionadas con la cirugía ortognática, 536
Jeffrey C. Posnick
- 17** Maloclusión tras la ortodoncia y la cirugía ortognática: prevención y tratamiento, 613
Jeffrey C. Posnick
- 18** Injertos que se utilizan con frecuencia en la cirugía ortognática y en los procedimientos complementarios, 695
Jeffrey C. Posnick

Sección 3

Patrones y presentaciones clásicas de la deformidad dentofacial

- 19** Patrones de crecimiento de la deficiencia mandibular primaria, 726
Jeffrey C. Posnick
- 20** Patrones de crecimiento de la deficiencia maxilar primaria, 797
Jeffrey C. Posnick

- 21** Patrones de crecimiento de la cara larga, 888
Jeffrey C. Posnick
- 22** Patrones de crecimiento del exceso mandibular asimétrico, 946
Jeffrey C. Posnick
- 23** Patrones de crecimiento de la cara corta, 1050
Jeffrey C. Posnick
- 24** Patrones de crecimiento protrusivo dental bimaxilar con deformación dentofacial, 1094
Jeffrey C. Posnick
- 25** Deformaciones dentofaciales en adultos: reconstrucción y rejuvenecimiento, 1149
Jeffrey C. Posnick
- 26** Apnea obstructiva del sueño: evaluación y tratamiento, 1204
Jeffrey C. Posnick

Sección 4

Malformaciones frecuentes con deformación dentofacial

- 27** Síndrome de Treacher Collins: evaluación y tratamiento, 1287
Jeffrey C. Posnick
- 28** Microsomía hemifacial: evaluación y tratamiento, 1327
Jeffrey C. Posnick
- 29** Síndrome de Binder: evaluación y tratamiento, 1399
Jeffrey C. Posnick
- 30** Síndromes con craneosinostosis: evaluación y tratamiento, 1429
Jeffrey C. Posnick
- 31** Algunas malformaciones complejas que suelen requerir la reconstrucción maxilofacial: evaluación y tratamiento, 1508
Jeffrey C. Posnick

Sección 5

Deformaciones de la hendidura maxilar

- 32** Cirugía ortognática de la hendidura labiopalatina: la deformación unilateral, 1552
Jeffrey C. Posnick
- 33** Cirugía ortognática de la hendidura labiopalatina: la deformación bilateral, 1679
Jeffrey C. Posnick
- 34** Cirugía ortognática de la hendidura labiopalatina: la deformación aislada del paladar hendido, 1766
Jeffrey C. Posnick

Sección 6

Deformaciones dentofaciales postraumáticas, hormonales y autoinmunes

- 35** Tratamiento de las deformaciones producidas por traumatismos maxilofaciales, 1802
Jeffrey C. Posnick
- 36** Artritis idiopática juvenil y reabsorción condilar idiopática: evaluación y tratamiento, 1866
Jeffrey C. Posnick

Sección 7

Consideraciones estéticas frecuentes en el paciente con deformación dentofacial

- 37** Alteración estética del mentón: evaluación y cirugía, 1923
Jeffrey C. Posnick
- 38** Alteración estética de la nariz: evaluación y cirugía, 1978
Jeffrey C. Posnick
- 39** Alteración estética de las orejas prominentes: evaluación y cirugía, 2094
Jeffrey C. Posnick
- 40** Alteración estética de los tejidos blandos del cuello y de la parte inferior de la cara: evaluación y cirugía, 2156
Jeffrey C. Posnick

Índice alfabético, I1

Índice de videos

Para ver los videos, recuerde iniciar sesión y activar su cuenta en su Biblioteca Digital, en www.amolca.com

Procedimientos intranasales

- Video 1.** Septoplastia y reducción de los cornetes inferiores mediante fractura descendente de Le Fort I.
- Video 2.** Septoplastia y reducción de los cornetes inferiores mediante fractura descendente de Le Fort I.
- Video 3.** Recontorneado del suelo nasal, los bordes piriformes y la región anterior de la espina nasal en la osteotomía de Le Fort I.
- Video 4.** Recontorneado del suelo nasal, los bordes piriformes y la región anterior de la espina nasal en la osteotomía de Le Fort I.

Técnicas de intubación despierto

- Video 5.** Intubación nasotraqueal con fibra óptica en el paciente despierto con anquilosis de la articulación temporomandibular.

Procedimientos ortognáticos: enfoque paso a paso

Paciente 1

- Video 6.1.** Preparación del paciente y del campo quirúrgico.
- Video 6.2.** Osteotomías sagitales (*split*) de la rama: colocación de la incisión, disección y cortes corticales.
- Video 6.3.** Osteotomía maxilar de Le Fort I.
- Video 6.4.** Septoplastia y reducción de los cornetes inferiores.
- Video 6.5.** Extracción de cordales maxilares retenidas.
- Video 6.6.** Continuación de la osteotomía de Le Fort I: eliminación de las interferencias óseas, colocación de la férula intermedia y aseguramiento de la fijación intermaxilar.
- Video 6.7.** Obtención de la dimensión vertical deseada en el tercio medio facial.
- Video 6.8.** Colocación de la placa de titanio y fijación con tornillos a través de la osteotomía de Le Fort I.
- Video 6.9.** Recontorneado del suelo nasal, los bordes piriformes y la región anterior de la espina nasal.
- Video 6.10.** Liberación de la fijación intermaxilar: confirmación de la oclusión correcta, retirada de la férula intermedia y fijación de la férula definitiva.
- Video 6.11.** Genioplastia ósea.
- Video 6.12.** División de cada osteotomía de la rama sagital de la mandíbula y extracción de las cordales mandibulares impactadas.

Video 6.13. Aseguramiento de la fijación intermaxilar con la férula definitiva.

Video 6.14. Inserción del trocar transbucal, asentamiento del segmento proximal, eliminación de las interferencias óseas y colocación de la fijación con tornillo bicortical.

Video 6.15. Liberación de la fijación intermaxilar y confirmación de la oclusión correcta.

Video 6.16. Cierre de las heridas.

Paciente 2

Video 7.1. Preparación del paciente y del campo quirúrgico.

Video 7.2. Osteotomías sagitales (*split*) de la rama: colocación de la incisión, disección y cortes corticales.

Video 7.3. Osteotomía maxilar de Le Fort I.

Video 7.4. Septoplastia y reducción de los cornetes inferiores.

Video 7.5. Continuación de la osteotomía de Le Fort I: eliminación de las interferencias óseas, colocación de la férula intermedia y aseguramiento de la fijación intermaxilar.

Video 7.6. Obtención de la dimensión vertical deseada en el tercio medio facial.

Video 7.7. Recontorneado del suelo nasal, los bordes piriformes y la región anterior de la espina nasal.

Video 7.8. Colocación de la placa de titanio y fijación con tornillos a través de la osteotomía de Le Fort I.

Video 7.9. Liberación de la fijación intermaxilar: confirmación de la oclusión correcta, retirada de la férula intermedia y fijación de la férula definitiva.

Video 7.10. Genioplastia ósea.

Video 7.11. División de cada osteotomía de la rama sagital de la mandíbula.

Video 7.12. Aseguramiento de la fijación intermaxilar a través de la férula definitiva.

Video 7.13. Inserción del trocar transbucal, asentamiento del segmento proximal, eliminación de interferencias óseas y colocación de la fijación con tornillo bicortical.

Video 7.14. Liberación de la fijación intermaxilar y confirmación de la oclusión correcta.

Video 7.15. Cierre de las heridas.

Video 7.16. Rejuvenecimiento en la parte anterior del cuello.

Recolección de injertos

Video 8. Extracción de hueso esponjoso a través de la cresta ilíaca anterior.

Video 9. Recolección de un injerto corticocelular en bloque de la cresta ilíaca anterior.

Video 10. Recolección de un injerto de cartílago costal.

Genioplastia ósea

Video 11. Genioplastia ósea con avance horizontal.

Video 12. Genioplastia ósea con avance horizontal.

Procedimientos escogidos

Video 13. Rejuvenecimiento anterior del cuello: elevación del colgajo cervical, eliminación de grasa, plicatura vertical del músculo platisma.

Video 14. Cirugía ortognática de la hendidura para la deformación por hendidura labiopalatina bilateral.

Video 15. Osteotomías de monobloque y bipartición facial para la reconstrucción en los síndromes de craneosinostosis.



14

Planificación quirúrgica virtual para la cirugía ortognática bimaxilar

BRIAN E. KINARD, DMD, MD

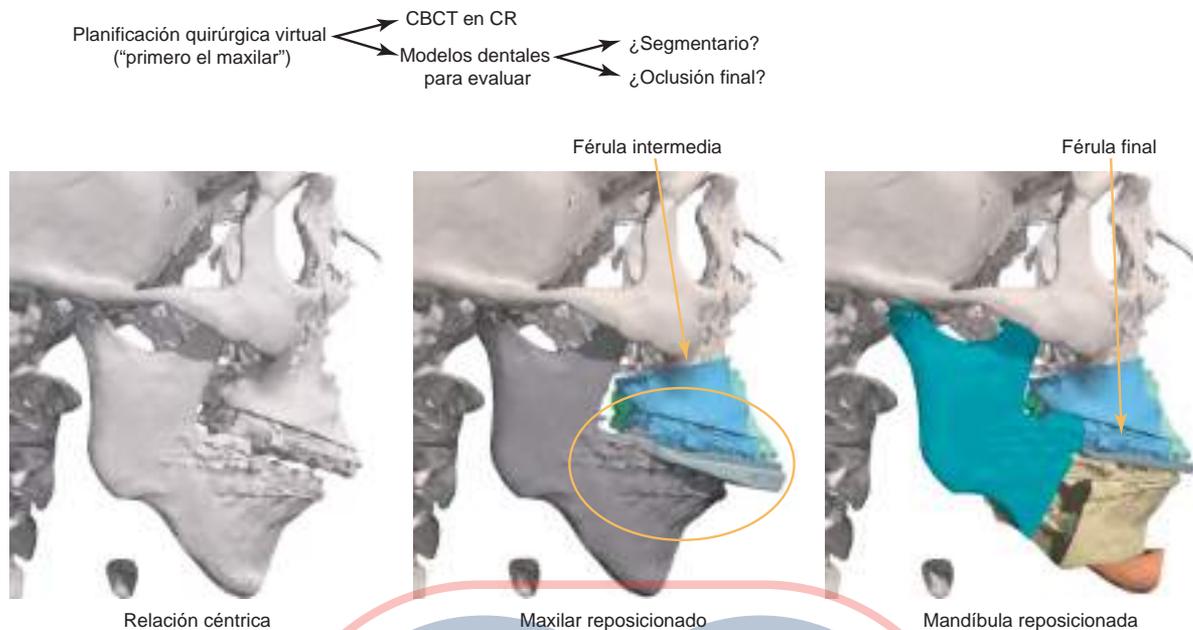
- **Adquisición de datos para la planificación quirúrgica virtual.**
- **Orientación del esqueleto facial para la planificación quirúrgica virtual y la confirmación de mediciones clínicas.**
- **Registro (alineación y fusión) de datos de oclusión y tomografía computarizada para la planificación quirúrgica virtual.**
- **Finalización de los movimientos quirúrgicos maxilares y captura de los datos de oclusión intermedia.**
- **Transferencia del plan quirúrgico al paciente en la operación.**
- **Generación de hojas de datos para uso clínico.**
- **Guías CAD/CAM de osteotomía y placas de titanio diseñadas a medida (específicas para cada paciente) para la cirugía ortognática bimaxilar.**
- **Conclusiones.**

Además de aclarar el diagnóstico clínico global del paciente, los factores clave que determinan el éxito de la cirugía ortognática bimaxilar también incluyen la secuencia, la coordinación y la seguridad del tratamiento. La aclaración del diagnóstico clínico específico del paciente (es decir, las obstrucciones de las vías respiratorias superiores, el grado de dismorfología facial y las necesidades de salud dental a largo plazo) seguirá siendo siempre de importancia primordial y la transferencia precisa de los objetivos quirúrgicos al esqueleto maxilofacial del paciente en el quirófano requiere un nivel adicional de planificación preoperatoria.⁶ La transferencia de los movimientos esqueléticos precisos de los maxilares al paciente en el quirófano se transmite con mayor frecuencia a través de férulas oclusales, que se fabrican después de la evaluación preoperatoria del paciente y antes de la cirugía (Figura 14.1). Recientemente, las guías de corte personalizadas y las placas de titanio personalizadas (específicas para el paciente) han abierto la posibilidad de

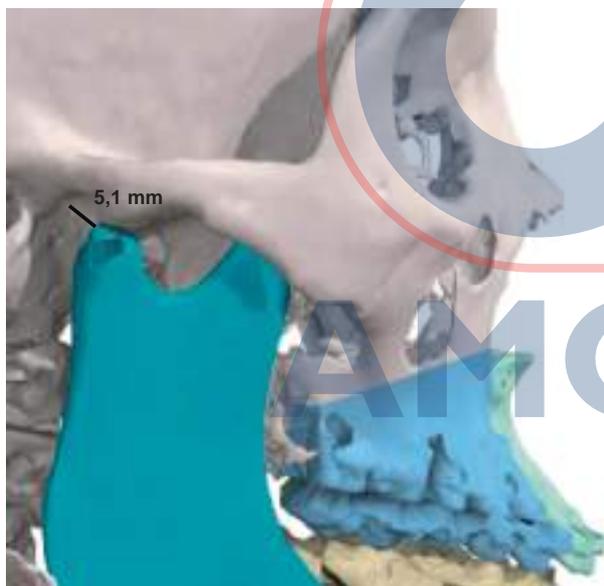
realizar de forma rutinaria la cirugía ortognática bimaxilar sin necesidad de férulas oclusales.^{9,16,22,35,40,53} Ahora bien, dado que las férulas oclusales se utilizan actualmente y son ampliamente aceptadas, este capítulo se centrará en el proceso de diseño asistido por ordenador y fabricación asistida por ordenador (CAD/CAM, por sus siglas en inglés) de las férulas que facilitan la cirugía ortognática bimaxilar.

La fabricación CAD/CAM de férulas oclusales para la cirugía ortognática bimaxilar fue descrita por primera vez en 2003 por **Gateno** y se conoce como *planificación quirúrgica virtual* (VSP, por sus siglas en inglés) o cirugía de modelo digital.^{10,11} La VSP convencional ofrece un método de fabricación de férulas similar a la planificación quirúrgica de modelos convencional (MSP, por sus siglas en inglés). El entorno virtual permite la evaluación cefalométrica en 3D, que apoya pero no sustituye los datos obtenidos clínicamente y las decisiones de planificación del tratamiento específicas del paciente que se toman durante el examen visual directo (DVE, por sus siglas en inglés) (véase el Capítulo 12).^{36,46} Aunque algunos cirujanos informan del uso de la VSP para el diagnóstico virtual y le dan menos importancia al examen visual directo del paciente, los autores no recomiendan ese enfoque.³⁶ Cualquier discrepancia entre el diagnóstico clínico y el virtual debe ser conciliada por el cirujano tratante antes de la fabricación de la férula. Entre los posibles escollos críticos que hay que tener en cuenta para el éxito de la VSP convencional se incluyen: (1) la precisión de la mordida de relación céntrica (CR, por sus siglas en inglés) para la cirugía “primero el maxilar”; (2) el reconocimiento de asimetrías esqueléticas faciales superiores e inferiores significativas específicas del paciente y (3) la orientación preferida de la cabeza desde la que se realizan los juicios estéticos faciales y desde la que se realizarán los movimientos tridimensionales (3D) de reposicionamiento maxilar (quirúrgico).

Los posibles escollos críticos de la planificación quirúrgica de modelos están relacionados con el potencial de errores del dispositivo de arco facial en la designación del plano de referencia (horizontal) facial superior, el montaje preciso de los modelos dentales en CR en el articulador y, a continuación, la precisión del reposicionamiento del maxilar (en el laboratorio dental) para simular la cirugía propuesta antes de la fabricación



•Figura 14.1. Visión general de la secuencia "primero el maxilar" para la cirugía ortognática bimaxilar.



•Figura 14.2. El cóndilo derecho no se localiza radiográficamente en la fosa glenoidea. La tomografía computarizada se obtuvo sin un registro de mordida en CR y no se puede confiar en la ubicación del cóndilo en este paciente para el posicionamiento "primero el maxilar".

de la férula intermedia. La VSP "primero el maxilar" puede dar lugar a muchos de estos mismos errores.

Tanto la VSP convencional (primero el maxilar) como la MSP requieren la adquisición de la oclusión en CR y la orientación adecuada de la cabeza a partir de la cual se realizan los juicios estéticos y, posteriormente, los movimientos quirúrgicos. Tanto la VSP como la MSP requieren prestar atención a los detalles para limitar la introducción de errores en el proceso (véase Adquisición de datos para

la VSP, Orientación del esqueleto facial para la VSP y Confirmación de las mediciones clínicas, más adelante en este capítulo). En 2018, **Ritto** realizó un estudio que no demostró diferencias significativas consistentes en la precisión quirúrgica entre MSP y VSP y confirmaron que ambos métodos pueden ser adecuados (precisión razonable) para la ejecución de la cirugía ortognática bimaxilar.³² Tal vez la mayor ventaja de la VSP es la capacidad de tercerizar la fabricación de la férula oclusal, que tradicionalmente requería tanto experiencia técnica como una cantidad sustancial de tiempo de los clínicos.⁴²

La VSP convencional para la cirugía ortognática bimaxilar sigue evolucionando gracias a las nuevas tecnologías, sin embargo, los pasos básicos siguen siendo relativamente constantes y, en muchos aspectos, similares a los de la MSP convencional (véase el Capítulo 13). El cirujano ortognático puede seguir los pasos que se describen a continuación para realizar con éxito la VSP con la ayuda de un ingeniero de sistemas.^{1,15,21,29,36,38,44-46,53}

Adquisición de datos para la planificación quirúrgica virtual

Además de tomar (1) fotografías estandarizadas de la cabeza y el cuello (faciales) en la posición natural ajustada de la cabeza (aNHP, por sus siglas en inglés),* (2) fotografías de la oclusión en CR y (3) un registro de mordida en CR, la adquisición de datos específica para la VSP incluye tanto datos de TC en 3D como datos de oclusión digitalizados. Las fotografías faciales tomadas en la aNHP ayudan al cirujano en el diagnóstico preciso de la dismorfología facial del paciente y es una orientación de la cabeza que también puede

utilizarse en el entorno virtual. Algunos especialistas utilizan una cuadrícula o una plomada en el fondo cuando toman las fotografías faciales del paciente para ayudar después en la orientación de la cabeza en el entorno virtual.⁴⁶

Obtención de datos volumétricos tridimensionales para la planificación quirúrgica virtual

Los datos tridimensionales de la TC se obtienen mediante una TC maxilofacial multicorte convencional o una tomografía computarizada de haz cónico (CBCT, por sus siglas en inglés). La TC debe incluir, como mínimo, la adquisición de datos de los maxilares (incluido el mentón), la base del cráneo, las órbitas y la cara inferior de la bóveda craneal (huesos frontales). Si se planifica una cirugía bimaxilar “primero el maxilar”, la TC debe obtenerse con el paciente en CR,^{20,53} para lo cual el paciente puede colocarse y mantenerse en CR durante la adquisición de datos de la TC mediante una mordida de cera, con el uso de material más rígido o con el uso de una plantilla oclusal.^{33,48}

A continuación, los datos de la TC se transfieren al entorno virtual formateados como archivos DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) y se envían a un tercero (si está indicado) a través de archivos compartidos, para renderizarlos en un objeto en 3D como archivo STL (estereolitografía).^{15,46}

Obtención de datos de oclusión digitalizados para la planificación quirúrgica virtual

Actualmente, las tomografías computarizadas de los maxilares no proporcionan detalles oclusales adecuados para com-



COMENTARIO: la relación cóndilo-fosa puede verse desde la TC, sin embargo, no se ha informado la definición o la medición radiográfica de una relación cóndilo-fosa que se correlacione con la CR del paciente (Figura 14.2). No se recomienda intentar modificar la relación cóndilo-fosa glenoidea vista desde la TC del paciente en el entorno virtual para “conseguir” la CR.

* La morfología facial del paciente se examina mejor mientras está erguido y sentado en la posición natural ajustada de la cabeza (aNHP). La aNHP se considera la orientación más racional, fisiológica y anatómica (plano de referencia) de la cabeza y el cuello para la evaluación estética de la cara, los maxilares y los dientes. Esta puede no ser la posición (postura) en la que el paciente con una deformidad dentofacial se relaja naturalmente. Por ejemplo, la mayoría de los pacientes con deformidad dentofacial deficiente mandibular y muchos de aquellos con respiración nasal obstruida crónica o apnea obstructiva del sueño tenderán a posar para una fotografía con una postura de la cabeza excesivamente “erguida” (cuello extendido). También se ha demostrado que, para muchas personas, si se utiliza el plano horizontal de Frankfurt (FH, por sus siglas en inglés) como plano de referencia facial superior a partir del cual se puede juzgar la estética facial, el cuello se flexionará con frecuencia, lo que distorsiona los rasgos faciales de la persona y crea la apariencia de una mandíbula demasiado retrognática y rotada en el sentido de las agujas del reloj. Al juzgar la estética facial, el médico debe ajustar (posicionar) al paciente en la aNHP preciso. Los dientes deben colocarse primero en relación céntrica y luego con un espacio libre normal, con los labios relajados (es decir, no fruncidos). Luego, el médico observa al paciente tridimensionalmente en diferentes ángulos, tanto en reposo como con expresiones faciales dinámicas (DVE, por sus siglas en inglés).

pletar la VSP de la cirugía ortognática. Los datos oclusales detallados deben obtenerse por separado y fusionarse con los datos volumétricos en 3D para generar un modelo compuesto (véase Registro (alineación y fusión) de los datos oclusales y de TC, más adelante en este capítulo).

En el método tradicional, se pueden obtener impresiones de alginato de las arcadas maxilar y mandibular como negativo y, a continuación, se reconstruyen en yeso los datos de oclusión de los modelos. El modelo maxilar puede duplicarse y segmentarse si está indicado (es decir, Le Fort I segmentario). Los dos o tres modelos (arco mandibular, arco maxilar original y arco maxilar segmentado) y la oclusión final (quirúrgica) (registro de la mordida de oclusión “final”) pueden enviarse a un tercero para que escanee la superficie con láser y la integre en el entorno virtual. Si se indican los ajustes oclusales (equilibrio oclusal) para aliviar las interferencias, el cirujano modifica los modelos de yeso en consecuencia y los marca antes del escaneado láser de la superficie.

Otra opción consiste en utilizar un escáner intraoral (de superficie láser) para escanear directamente la oclusión del paciente (*in vivo*) y luego enviarla a terceros. Si está indicada la segmentación del maxilar y/o el cirujano prefiere fijar él mismo la oclusión final, este puede segmentar los modelos impresos en 3D (o los modelos de piedra) y, a continuación, fijar la oclusión final, tras lo cual se escanean los modelos para digitalizarlos y se envían a terceros.⁵²

Una tercera opción para el flujo de trabajo de los datos de oclusión es la digitalización completa mediante un escáner intraoral con el posterior ajuste digital de la oclusión final (Figura 14.3). Si se elige este método, el ajuste digital de la oclusión normalmente lo realiza el ingeniero con la ayuda del cirujano y/o el ortodoncista en una videoconferencia. El ingeniero puede utilizar un algoritmo para ajustar la oclusión final, como describen **Ho et al.**, o puede utilizar la tecnología háptica para lograr el mejor ajuste oclusal.^{4,14,41,43} Si se requiere un equilibrio oclusal para lograr la oclusión deseada (como se ha comentado anteriormente), la ubicación de las alteraciones se diseñan en el entorno virtual y posteriormente el cirujano las completa en el paciente (Figura 14.4).

Cuando se utilizan correctamente, los escáneres intraorales que producen impresiones digitales de las superficies oclusales de los dientes han demostrado ser eficaces y rentables.^{17,18,23,37,50} Un estudio de **Resnick et al.** informa que, con un volumen de casos adecuado, los costos de implantación de un escáner intraoral pueden compensarse por la eficiencia en el tiempo de trabajo.³⁰

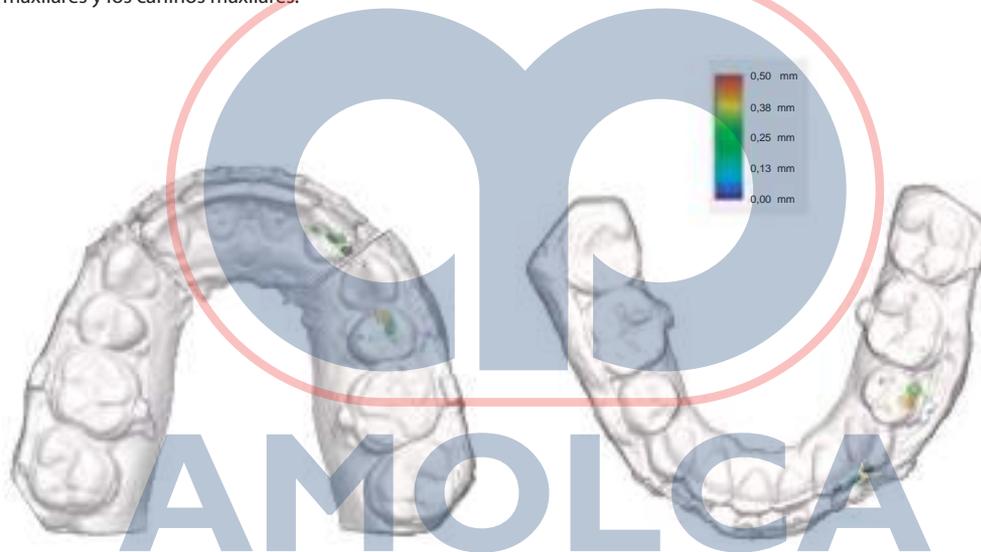
Preparación del cirujano para una sesión de planificación quirúrgica ortognática virtual

Datos previos a la sesión de planificación quirúrgica virtual

- Plan quirúrgico guiado clínicamente.
- Fotografías faciales normalizadas.
- Fotos de oclusión en CR.
- Datos volumétricos.



•**Figura 14.3.** *Izquierda*, oclusión prequirúrgica con resalte negativo anterior y mordida cruzada posterior bilateral. *Derecha*, oclusión quirúrgica final establecida digitalmente con segmentación entre los incisivos laterales maxilares y los caninos maxilares.



•**Figura 14.4.** Lugares de enameoplastia para el equilibrio oclusal marcados. La leyenda de colores corresponde a la altura vertical de la enameoplastia requerida, que varía hasta 0,5 mm.

- CBCT o TC (si “primero el maxilar”, oclusión en CR): confirmar la ausencia de artefacto de movimiento y confirmar que cada cóndilo está asentado en la fosa glenoidea.
- E. Datos de la oclusión. Tres opciones:
1. Osteotomía de Le Fort I de una pieza, BSSO (el clínico fija la oclusión final).
 - Modelo oclusal maxilar.
 - Modelo oclusal mandibular.
 - Registro de oclusión final.
 2. Osteotomía multipieza de Le Fort I, BSSO (el clínico fija la oclusión final).
 - Modelo oclusal maxilar sin cortar.
 - Modelo oclusal maxilar segmentado.
 - Modelo oclusal mandibular.
 - Registro de oclusión final.
 3. Osteotomía de Le Fort I de una o varias piezas, BSSO (el ingeniero informático establece la oclusión final).
 - Modelo oclusal maxilar.
 - Modelo oclusal mandibular.



COMENTARIO: el autor prefiere fijar la oclusión final manualmente mediante modelos de piedra o impresos en 3D. Una vez fijada la oclusión final en un articulador, los modelos y la oclusión final se digitalizan mediante el uso extraoral de un escáner intraoral. A continuación, el archivo se carga en el sitio web del proveedor de la VSP. El clínico puede optar por enviar por correo los modelos y la oclusión final a la empresa de VSP, donde se digitalizarán. Sin embargo, el tiempo de envío puede ser de 1 a 2 días.

Cargar los datos antes de la sesión de planificación quirúrgica virtual

- Cargar los datos de la CBCT en el sitio web del proveedor de la VSP.
- Si se digitalizan los datos de la oclusión, también deben cargarse en el sitio web del proveedor.

Nota: Debido al gran tamaño de los archivos, los datos deben comprimirse antes de cargarlos.

Una vez recibidos los datos volumétricos maxilofaciales (de CBCT) y de oclusión dental, el especialista revisa los siguientes aspectos:

- Calidad adecuada de los datos.
- Ausencia de artefactos de movimiento.
- Posición de los cóndilos en la fosa glenoidea.

Programación de una sesión de planificación quirúrgica virtual

Una vez que el clínico y el proveedor están de acuerdo sobre la calidad de los datos, se programa una sesión de planificación virtual entre el ingeniero informático, el cirujano y el ortodoncista.

Antes de la sesión de VSP, el ingeniero informático prepara los datos del paciente para la sesión de planificación:

- Los datos inalterados de la oclusión maxilar y mandibular se superponen a los datos de la CBCT mediante el uso de marcadores de referencia, como la anatomía dental, y también se comprueba su precisión.
- El esqueleto facial del paciente se coloca en la orientación preferida por el clínico (es decir, Frankfurt horizontal o NHP ajustada).
- La oclusión final se introduce en el espacio de trabajo virtual para ajustar mejor el maxilar nativo (si es segmentario, se da preferencia al punto medio incisal maxilar y a las cúspides mesiobucales de los primeros molares maxilares) con la mandíbula. Esto une la mandíbula al maxilar a través de la oclusión final.

Sesión de planificación quirúrgica virtual

La sesión de VSP debe ir precedida de la preparación antes mencionada. Las fotografías faciales del paciente, los datos de oclusión y las radiografías deben estar a disposición de los clínicos para su consulta durante la sesión (Figura 14.5).

CIRUGÍA ORTOGNÁTICA: PLANIFICACIÓN QUIRÚRGICA VIRTUAL
Formulario de introducción de datos

Nombre del paciente: _____ Fecha del alambre quirúrgico: _____

Fecha de la cirugía: _____ Fecha del modelo final: _____

Ortodoncista: _____ Dentista: _____

Fecha de la reunión para la VSP: _____

ADQUISICIÓN DE DATOS

Fotografías faciales y oclusales

CBCT

en CR

sin CR

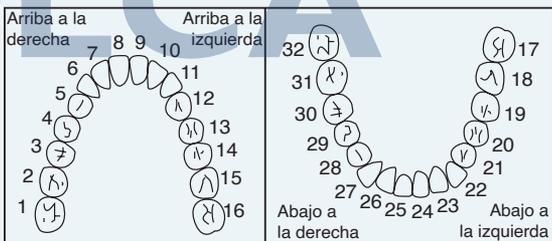
Datos de la oclusión

Impresiones maxilares y mandibulares

Exploración intraoral de los dientes

Datos enviados a la empresa de VSP

EQUILIBRIO OCLUSAL



CAMBIO QUIRÚRGICO MAXILAR

Cambio horizontal en los incisivos _____

Cambio vertical en los incisivos _____

Cambio de línea media en los incisivos _____

Corrección de canteos – Total _____

↑↓ _____ a la derecha ↑↓ _____ a la izquierda

Cambio de plano maxilar – Total _____
En el sentido de las agujas del reloj – sentido contrario a las agujas del reloj

PLAN QUIRÚRGICO GLOBAL

Le Fort I 1 pieza 2 piezas 3 piezas

Fractura sagital de la mandíbula

Genioplastia

Septoplastia

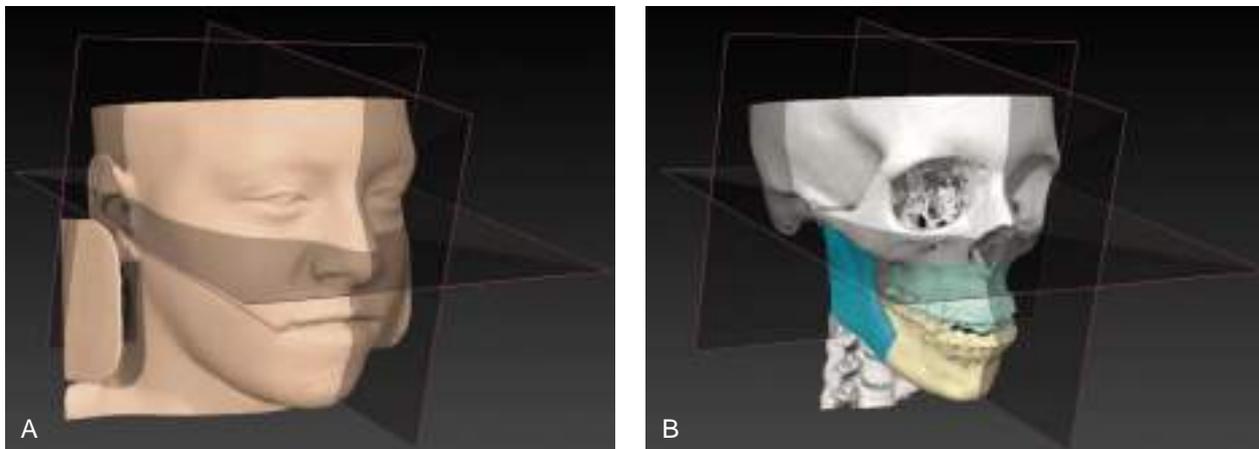
Reducción de tuberosidades inferiores

Extracción del tercer molar

Liposucción de cuello

Requiere injerto

•Figura 14.5. Hoja de datos para la planificación quirúrgica virtual de una cirugía ortognática estándar.



• **Figura 14.6.** El sistema de coordenadas cartesianas, planos X, Y y Z mutuamente perpendiculares superpuestos en (A) representación volumétrica del tejido blando con datos de la TC y (B) representación volumétrica del tejido duro con datos de la TC.

Los participantes deben volver a confirmar el nombre del paciente, la calidad de las exploraciones y la orientación de la cabeza para que coincidan con los datos clínicos. Los datos confirmados pueden incluir:

- Posición de la línea media maxilar con respecto a la línea media del esqueleto facial superior.
- Canteo de los molares maxilares (si están presentes).

Una vez alcanzado el consenso, se introduce la oclusión final en el espacio de trabajo virtual para que se ajuste lo mejor posible al maxilar nativo (si es segmentaria, se da preferencia al punto medio incisal maxilar y a las cúspides mesio-bucales de los primeros molares maxilares), quedando ahora la mandíbula unida al maxilar a través de la oclusión final.

El plan quirúrgico se lleva a cabo ahora según lo dictado clínicamente por el cirujano (véase Finalización de los movimientos quirúrgicos maxilares y captura de los datos de oclusión intermedia más adelante en este capítulo).

Orientación del esqueleto facial para la planificación quirúrgica virtual y confirmación de las mediciones clínicas

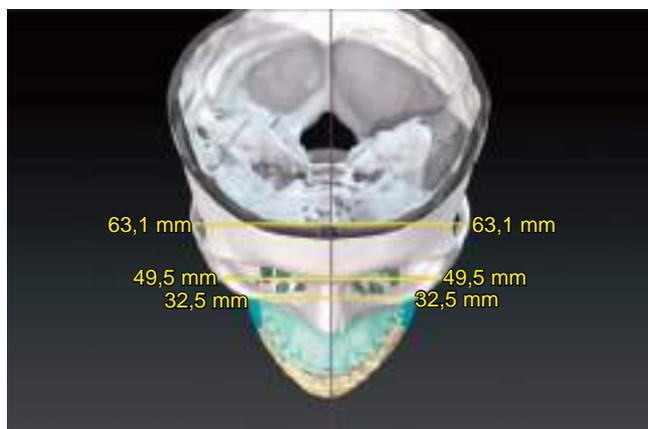
En el entorno virtual para la VSP, al igual que en la MSP convencional, la posición, orientación y simetría de un objeto en el espacio (el cráneo) requiere un marco de referencia. El sistema de coordenadas cartesianas, o *sistema de coordenadas global*, se compone de tres planos perpendiculares entre sí, designados como planos x , y y z , que se cruzan en un punto denominado *origen*.^{45,46,48,49} (Figura 14.6) Para que la cirugía ortognática bimaxilar VSP tenga éxito, el modelo del cráneo (datos de la TC en 3D) debe orientarse en el entorno virtual de forma que se garantice que los movimientos quirúrgicos de cada maxilar en la operación sean correctos. En la MSP, para la cirugía ortognática bimaxilar, se utiliza un dispositi-

vo de arco facial para orientar el complejo maxilomandibular en el espacio (en el articulador semiajustable). El dispositivo de arco facial es también un método para designar el plano de referencia facial superior (horizontal) que se utilizará en la planificación (véase el Capítulo 13).

En la cirugía ortognática, el plano de referencia (horizontal) facial superior seleccionado suele ser: (1) el FH, (2) 6 grados por debajo del plano silla-nasion o (3) la aNHP. En la vista frontal, el cráneo también requiere orientación de balanceo y guiñada. En la VSP, los dos métodos principales utilizados para orientar el cráneo tridimensionalmente en el espacio, que establecen simultáneamente los planos de referencia facial superior, son: el *método del punto de referencia anatómico* (ALM, por sus siglas en inglés) y el *método de posición natural de la cabeza ajustada* (aNHP). Estos dos métodos difieren en los pasos para la adquisición de los datos y en el flujo de trabajo. El método ALM es un proceso menos complejo, pero utiliza por defecto el FH como plano de referencia facial superior (horizontal) y emplea puntos de referencia esqueléticos para orientar el plano medio sagital. Si el clínico prefiere diagnosticar la estética facial del paciente y, a continuación, planificar los movimientos mandibulares (quirúrgicos) a partir de la aNHP, se requiere un proceso de adquisición de datos más complejo (es decir, la orientación manual mediante el uso de fotografías faciales de perfil y frontales, el uso de un nivel de rayo láser y marcadores de referencia externos o el uso de un giroscopio digital acoplado a una plantilla oclusal).

Método del punto de referencia anatómico para orientar el cráneo en el espacio

En la VSP, el ALM de orientación del cráneo en el espacio parte del supuesto de que el esqueleto facial superior es relativamente simétrico y que la planificación a partir del FH es aceptable para el cirujano. El esqueleto facial se orienta tridimensionalmente mediante referencias anatómicas internas (esqueléticas) aceptadas. El ALM suele utilizar el FH como



• **Figura 14.7.** El plano medio sagital marcado con el método de los puntos de referencia anatómicos a través de tres pares de puntos de referencia bilaterales: reborde orbitario inferior, reborde orbitario lateral y arcos cigomáticos.

plano de referencia (horizontal) (eje x) facial superior diseñado. Si el clínico prefiere un plano de referencia (horizontal) facial superior diseñado de 6 grados por debajo del plano silla-nasión, esto también se consigue fácilmente.^{1,28,34,36,39,51,52} Como mínimo, un plano está definido por tres puntos. El plano FH se construye utilizando ambos poriones y ambos orbitales. Como parte del ALM, el plano medio sagital (eje y) se construye utilizando tres puntos de referencia de la línea media o tres pares de puntos de referencia bilaterales (Figura 14.7). El plano medio sagital permite la orientación de la línea media y la medición de la guiñada. El plano coronal (eje z) se designa entonces perpendicular a los otros planos y se alinea con ambos poriones.^{15,46}

Método de la posición natural ajustada de la cabeza para orientar el cráneo en el espacio

Los clínicos que prefieren la posición natural ajustada de la cabeza (aNHP) como marco de referencia creen que el FH no siempre, o ni siquiera normalmente, representará la orientación en 3D óptima a partir de la cual juzgar la estética facial en el entorno clínico (de la vida real). Para la aNHP, el verdadero plano de referencia facial es paralelo al suelo cuando la cabeza está en una postura erguida y el eje visual es horizontal.^{2,24} La orientación del esqueleto facial hacia la aNHP en el entorno digital puede lograrse mediante una de varias técnicas, incluida la obtención del TAC con el paciente en aNHP o la obtención del TAC y la posterior orientación digital de la cabeza hacia la aNHP. La orientación digital en la aNHP puede lograrse mediante: (1) la superposición del perfil del paciente y fotografías faciales frontales tomadas en la aNHP con una cuadrícula o plomada visible, (2) el uso de un nivel láser y la colocación de marcadores de referencia radiográficos o (3) el uso de un giroscopio digital junto con una plantilla oclusal.^{5,11,29,46,47}

La *técnica del nivel láser* puede utilizarse para orientar el esqueleto facial virtual hacia la aNHP identificado por el clínico.

Implica el uso de un nivel láser con un haz vertical y horizontal en el entorno clínico. El paciente se coloca clínicamente en la aNHP mientras se proyectan los rayos láser estandarizados sobre su cara. A continuación, las proyecciones horizontales y verticales del láser sobre la cara se capturan utilizando marcadores referencia radiopacos fijados temporalmente a los tejidos blandos del paciente. Los marcadores referencia son estructuras presentes en ambos conjuntos de datos, como estructuras anatómicas o marcadores radiopacos añadidos en los tejidos blandos que permiten una alineación posterior. Con los marcadores radiopacos colocados y el paciente en CR, se obtiene la imagen de TC. Una vez renderizado el escáner en el espacio de trabajo virtual, los marcadores radiográficos se orientan en los planos horizontal y vertical, colocando el modelo de esqueleto facial tridimensionalmente en la aNHP.^{6,29}

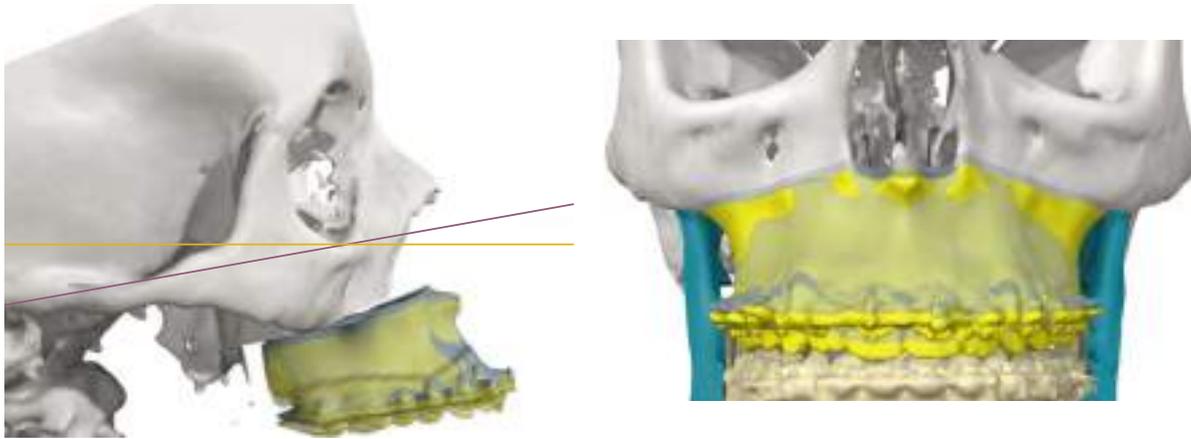
El uso de un *giroscopio digital* para documentar la aNHP fue descrito por primera vez por **Xia y Gateno**.^{33,48} Su protocolo utiliza un giroscopio digital conectado a una plantilla oclusal para registrar la guiñada, el cabeceo y el balanceo del paciente en la aNHP. A continuación, el modelo de esqueleto facial se orienta digitalmente a la aNHP a través de la plantilla oclusal con las correspondientes mediciones de guiñada, cabeceo y balanceo.^{11,46,47}

El uso de la aNHP puede obviar la necesidad de puntos de referencia internos al proporcionar su propio marco de referencia reproducible. Los planos de referencia cartesianos se colocan con el cráneo en la aNHP y son ortogonales a la gravedad. El plano axial (eje x) es un plano horizontal que pasa mejor por los poriones derecho e izquierdo, el plano medio sagital (eje y) es el plano vertical que mejor divide la cabeza en mitades derecha e izquierda (a través de tres estructuras de la línea media o tres pares de puntos de referencia bilaterales) y el plano coronal (eje z) es un plano vertical perpendicular a los otros dos planos, que pasa por los poriones derecho e izquierdo.^{15,46}

Por su diseño, los métodos del ALM y la aNHP para la orientación del esqueleto facial en el entorno virtual utilizarán dos planos de referencia (horizontales) faciales superiores diferentes y también pueden producir orientaciones diferentes en relación con los ejes coronal y sagital si hay asimetrías. Como resultado de ello, los movimientos mandibulares planificados mediante osteotomías virtuales pueden diferir entre los dos métodos. Aunque las pequeñas discrepancias pueden no ser clínicamente significativas, **Barbenel** calculó errores de más de 2 mm junto con un avance maxilar planificado de



COMENTARIO: si el ángulo formado por el plano de referencia facial superior (horizontal) y el plano maxilar (oclusal) difiere en 10 grados (entre el FH y la aNHP), entonces podría producirse una discrepancia de un 20 % entre el avance maxilar horizontal planificado y el conseguido (Figura 14.8). Por estas razones, la selección por parte del cirujano del plano de referencia facial superior a partir del cual orientar el esqueleto maxilomandibular y a partir del cual calcular los movimientos maxilares (quirúrgicos) tiene cierta importancia.¹²



•**Figura 14.8.** Este es un ejemplo de una discrepancia de 10 grados del plano de referencia horizontal para resaltar el impacto del plano de referencia horizontal en la posición vertical final del maxilar. La *línea morada* marca el plano horizontal de Frankfurt (FH), la *línea amarilla* marca un plano horizontal con una discrepancia de 10 grados respecto al plano FH. El maxilar *gris* demuestra un avance de 10 mm en la orientación del plano horizontal de Frankfurt y el maxilar *amarillo* demuestra un avance de 10 mm en el plano horizontal a 10 grados del FH. Un avance de 10 mm resulta en una discrepancia vertical de 2 mm en los incisivos maxilares entre los dos métodos de **orientación del plano horizontal (axial)**.

10 mm cuando hay una discrepancia de 10 grados en el plano de referencia facial superior (horizontal) diseñado con respecto al ángulo del plano oclusal maxilar.³

La variación en las orientaciones de los planos coronal y medio sagital también pueden producir planes quirúrgicos diferentes, sin embargo, para los pacientes con esqueletos faciales superiores razonablemente simétricos, el ALM y la aNHP deben ser similares y acordarse. Para aquellos pacientes con una asimetría facial superior significativa, los planos sagital medio del ALM y la aNHP serán diferentes y pueden producirse desviaciones de la línea media si no se posicionan correctamente (Figura 14.2). *Independientemente del método de orientación del cráneo que utilice, el cirujano debe confirmar la orientación y conciliar cualquier discrepancia entre el examen visual directo del paciente en el entorno clínico y lo que se visualiza en el espacio de trabajo virtual para lograr resultados morfológicos óptimos.*

Registro (alineación y fusión) de los datos de oclusión y la tomografía computarizada para la planificación quirúrgica virtual

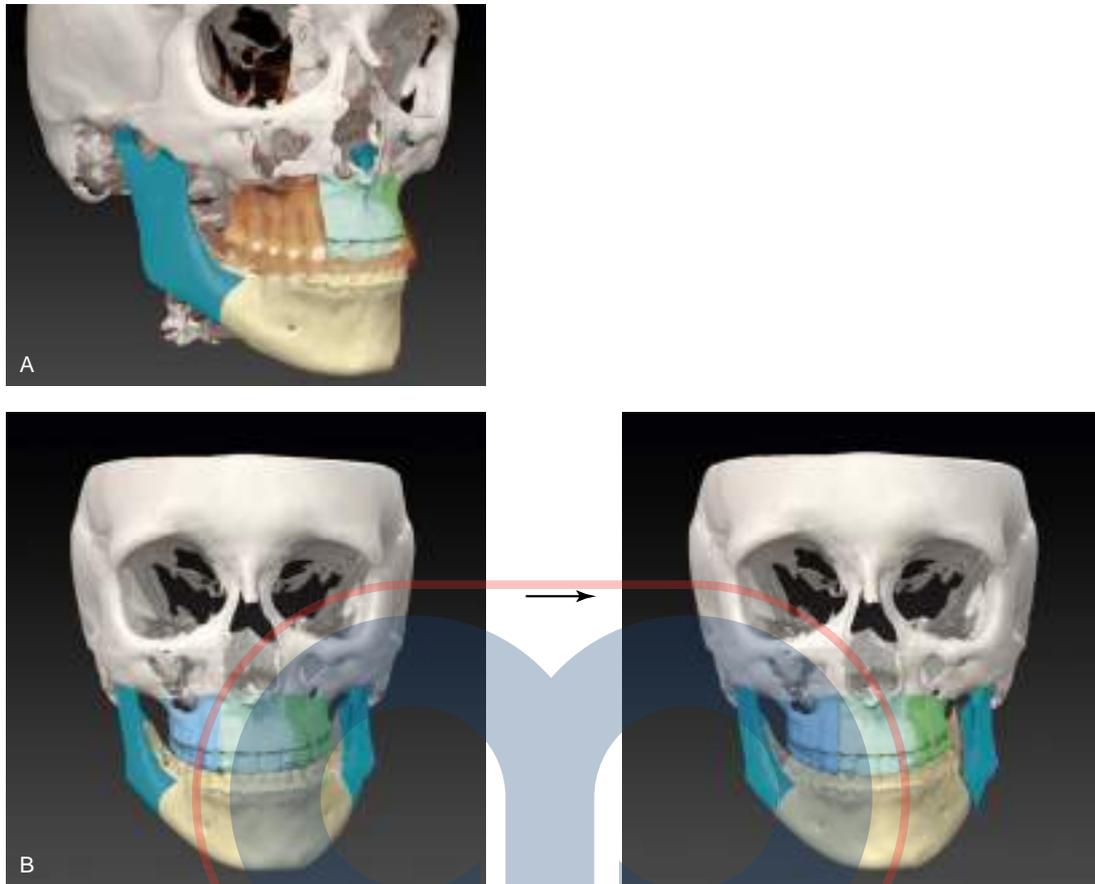
El registro y la alineación de los datos de la TC en 3D con los datos de oclusión dan lugar a la creación de un modelo compuesto, la cual es necesaria para mejorar la precisión de la anatomía dental y reducir los artefactos radiográficos de los aparatos metálicos y cualquier restauración dental. La integración y la alineación de estos dos conjuntos de datos requieren el uso de marcadores de referencia.^{10,11,47} Una vez generado el modelo compuesto, también se importa e integra la oclusión final. Si se indica una osteotomía segmentaria de Le Fort I, la porción maxilar de la plantilla oclusal final se registra en los dientes maxilares en la línea media dental central y en el mejor ajuste de la dentición posterior. A continua-

ción, cada segmento de Le Fort I se registra en el segmento correspondiente de la plantilla oclusal definitiva. Esto resulta en una nueva relación intraarco entre los segmentos de Le Fort I (Figura 14.9A).^{15,46} La dentición mandibular, dentro del segmento óseo distal mandibular correspondiente, se vincula entonces a la dentición maxilar final previamente establecida (Figura 14.9B). La mandíbula y la dentición mandibular pueden estar ocultas o visibles mientras se preparan los escenarios para los movimientos quirúrgicos maxilares.

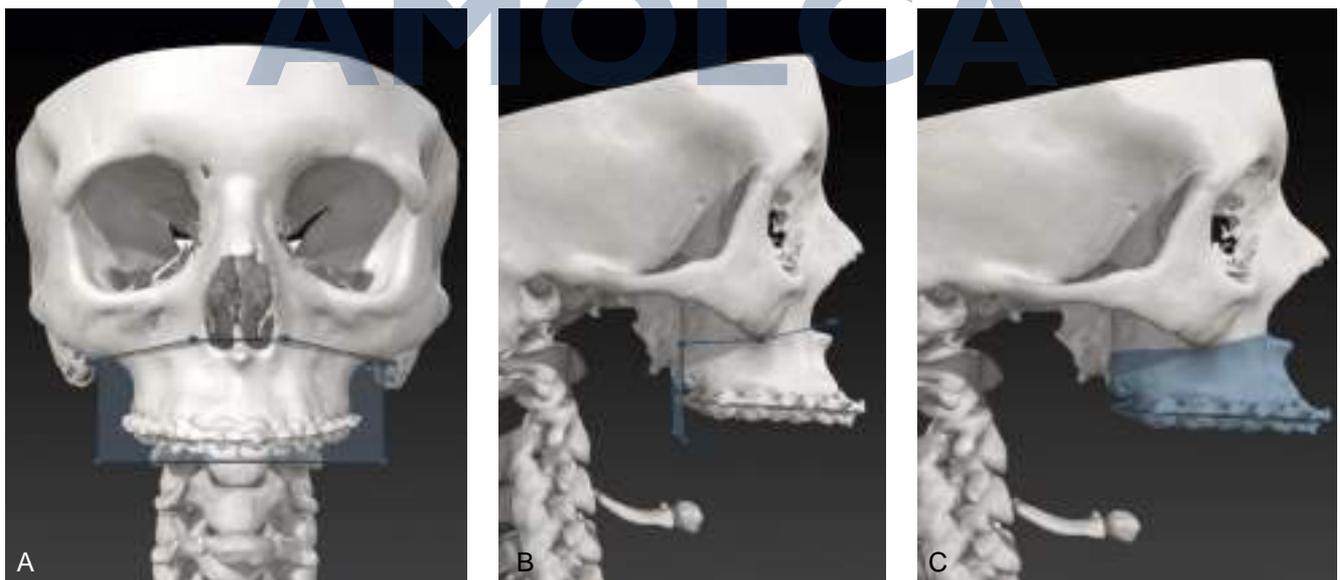
Finalización de los movimientos quirúrgicos maxilares y captura de los datos de oclusión intermedia

Al igual que en la MSP convencional, en la VSP el maxilar puede moverse en los 6 grados de libertad (3 grados de traslación y 3 grados de rotación). Los movimientos quirúrgicos del maxilar se completan tras designar un *sistema de referencia local* (plano oclusal maxilar) en relación con el *sistema de referencia global* diseñado (planos de referencia de la base del cráneo y la parte superior de la cara). Los movimientos quirúrgicos del maxilar (plano oclusal del maxilar) se realizan en relación con los planos de referencia de la base del cráneo y la parte superior de la cara. El *sistema de referencia local* de la osteotomía de Le Fort I se define por el triángulo oclusal maxilar (es decir, el plano oclusal maxilar), que está formado por el punto medio incisivo (el punto en la intersección de la línea media dental y el arco definido por los bordes incisales) y las cúspides mesiobucales de ambos primeros molares maxilares.⁴⁶ Los movimientos rotacionales de este plano (oclusal) maxilar diseñado se realizan en un único punto, el punto medio incisal.

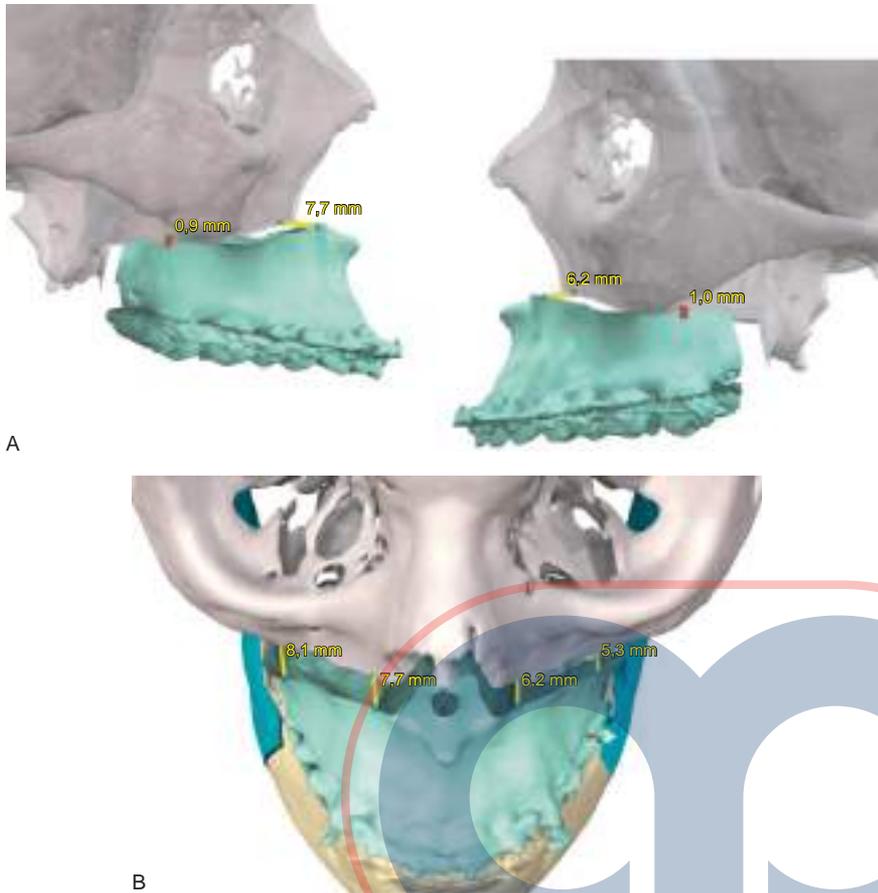
Los movimientos del maxilar que representarán una osteotomía de Le Fort I están determinados por el diagnóstico clínico del cirujano y el plan de tratamiento propuesto (Figura



•**Figura 14.9.** El maxilar segmentado de Le Fort I se superpone al maxilar nativo para un mejor ajuste de los segmentos maxilares. (A) La osteotomía de Le Fort I de tres piezas se ajusta mejor a la forma del arco maxilar nativo. Nótese que la mandíbula se encuentra en relación céntrica. (B) Izquierda, forma nativa del arco maxilar (sin cortar), marcada con futuras osteotomías segmentarias de Le Fort I y posición mandibular nativa de relación céntrica. Derecha, osteotomía segmentaria de Le Fort I mejor ajustada al maxilar no segmentado con la mandíbula posicionada ahora a través de la oclusión final planificada, antes de completar cualquier movimiento maxilar planificado.



•**Figura 14.10.** Se completa y marca la osteotomía digital de la osteotomía de Le Fort I. (A) Vista anterior. (B) Vista lateral. (C) El maxilar existe ahora como un objeto separado y puede moverse en relación con la base craneal.



• **Figura 14.11.** Movimientos virtuales completos del maxilar con la mandíbula no visible (oculta). En amarillo se indica la separación ósea tras el posicionamiento virtual del maxilar, en rojo la interferencia ósea proyectada (solapamiento) tras el posicionamiento virtual del maxilar. (A) Vistas laterales. (B) Vista superior.

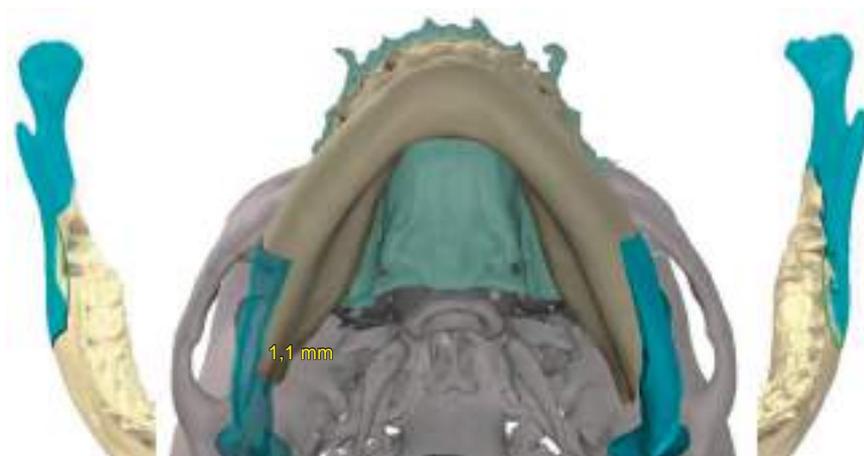
14.10) (véase el capítulo 12). La sesión para la VSP debe confirmar que el diagnóstico clínico se muestra con precisión en el entorno virtual. Si hay una discrepancia entre el entorno virtual y el examen clínico de la posición de la línea media dental maxilar, la orientación de balanceo o la orientación de guiñada, deberá volver a comprobarse la orientación virtual del esqueleto. El clínico debe decidir cuán pequeña es la discrepancia aceptable entre ambos entornos. Al realizar los movimientos virtuales maxilares (quirúrgicos), la unidad mandibular puede estar visible u oculta (Figura 14.11). Los efectos de los movimientos maxilares propuestos sobre la mandíbula pueden visualizarse en distintos momentos. Finalmente, el modelo maxilar virtual se repositona en la posición final (quirúrgica) planificada.

El **protocolo de Houston** sugiere seguir los siguientes pasos en la VSP:^{15,46}

- Corregir cualquier *desviación de la línea media maxilar* (normalización de la posición transversal). Reposicionar el maxilar superior para alinearlo simétricamente con el plano medio sagital.
- Corregir cualquier *orientación del balanceo maxilar* (corrección del canteo) a cero en relación con el *sistema de coordenadas global*, medido en las cúspides mesiobucles de los primeros molares maxilares.
- Suponiendo una orientación correcta de la cabeza (simetría frontal) en el entorno virtual, la cantidad requerida

de corrección del balanceo debe corresponder al canteo observado clínicamente en cada primer molar (es decir, a través del plano de Fox). Las discrepancias pueden conciliarse confirmando la simetría de las órbitas y la simetría de la línea media (plano medio sagital). Si el esqueleto facial superior del paciente tiene una simetría razonable, la distancia de cada reborde infraorbitario a cada primer molar debe ajustarse para que sea igual (es decir, corrección del canteo).

- Corregir cualquier *desviación de la guiñada maxilar*. Esto se consigue pivotando el maxilar alrededor del punto medio incisal para asegurar que los dientes posteriores son equidistantes a los planos medio sagital y coronal.
- Ajustar la *posición vertical maxilar*, para optimizar la visualización del labio superior al incisivo según se determine en la clínica.
- Ajustar la *orientación de la inclinación maxilar* (el punto de rotación es el punto medio incisivo) para optimizar el plano oclusal del maxilar superior. Se considera la manipulación deliberada del plano oclusal maxilar (rotación en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario) para producir una relación más armoniosa entre el punto A y el punto B. Cualquier alteración de la orientación de la inclinación maxilar y/o mandibular también alterará la posición del pogonion y el espacio de la vía aérea superior.^{27,31} La inclinación de los incisivos maxilares y mandibulares también



•**Figura 14.12.** Vista inferior del complejo maxilo-mandibular después de completar los movimientos quirúrgicos virtuales que demuestran una adaptación ósea adecuada en los sitios de la osteotomía mandibular con una interferencia ósea proyectada de 1,1 mm en la osteotomía mandibular derecha.

debe tenerse en cuenta al realizar cambios en la orientación de la inclinación.

- Ajustar la *posición anteroposterior (AP) maxilar* para optimizar la proyección de la mandíbula. La necesidad de hacerlo se habrá determinado mediante el examen clínico preoperatorio.

Después de colocar el maxilar en su posición quirúrgica “final”, se revela o renderiza la mandíbula. La mandíbula, que anteriormente estaba unida al maxilar a través de la oclusión final, puede verse ahora en su posición final. Por último, se puede comprobar la existencia de interferencias óseas en los puntos de osteotomía de la rama sagital mandibular (Figura 14.12). Existe la posibilidad de ajustar la orientación de guiñada del complejo maxilomandibular, si se prefiere, para una mejor adaptación del sitio de la osteotomía mandibular. *Además, para los casos de asimetría mandibular, especialmente cuando se debe corregir la orientación de balanceo y guiñada de lo(s) maxilares(s) (por ejemplo, reabsorción condilar unilateral y elongación hemimandibular), la utilización de un corte medial “bajo y corto” de la osteotomía sagital de la rama (SRO, por sus siglas en inglés) es especialmente beneficiosa. Al dejar la mayor parte de la placa lingual en el segmento proximal, se reduce significativamente cualquier interferencia en el lugar de la osteotomía (Figura 14.13).*^{25,26}

En 2013, **Hsu et al.** completaron un estudio multicéntrico para evaluar la precisión del “protocolo de Houston” para la VSP de la cirugía ortognática bimaxilar mediante el uso de férulas oclusales.¹⁵ Se incluyeron sesenta y cinco sujetos consecutivos en tres centros. Todos los sujetos se sometieron a cirugía ortognática bimaxilar “primero el maxilar”. La adquisición de datos en el momento de su estudio incluyó modelos dentales de yeso y una orientación de la aNHP a través de una plantilla oclusal con un giroscopio digital. El cirujano jefe de cada institución completó la planificación quirúrgica siguiendo el protocolo publicado en Houston (véase el Capítulo anterior).^{47,48} A continuación, se comparó el plan quirúrgico virtual con una TC posoperatoria obtenida a las 6 semanas de la intervención. La TC posoperatoria se registró en la VSP mediante la superposición de la base craneal. Para el maxilar, todas las discrepancias posicionales (planificadas frente a conseguidas) fueron inferiores a 1,0 mm

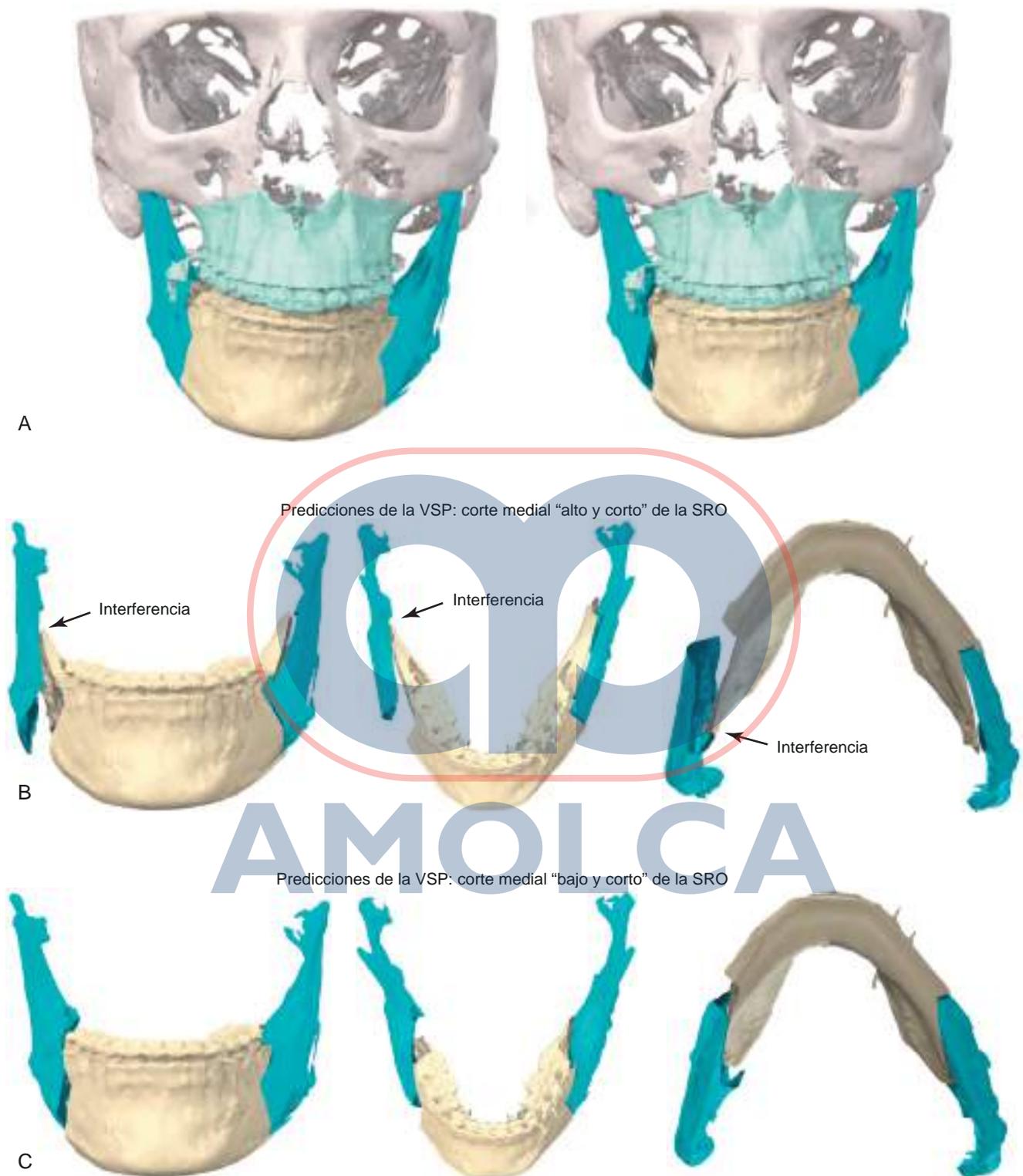
y todas las discrepancias angulares fueron inferiores a 1,5 grados. En la mandíbula, todas las discrepancias posicionales fueron inferiores a 1,1 mm y todas las discrepancias angulares fueron inferiores a 1,8 grados. Los datos demostraron que el protocolo de de Houston para la VSP puede utilizarse para conseguir resultados precisos en la cirugía ortognática bimaxilar “primero el maxilar”.^{47,48}

Transferencia del plan quirúrgico al paciente en la operación

El clínico confirma el plan de tratamiento virtual durante la sesión de planificación de la VSP y decide su método preferido de transferencia del plan quirúrgico virtual a la operación. Las férulas oclusales representan el método convencional para transferir el plan de tratamiento de cirugía ortognática bimaxilar al paciente en el quirófano (Figura 14.15). También debe tomarse la decisión de operar “primero el maxilar” o “primero la mandíbula”. El modelo compuesto virtual puede ocultar y revelar las posiciones maxilares iniciales y las posiciones maxilares finales, lo que permite la generación de la férula intermedia para la cirugía ortognática bimaxilar “primero el maxilar” o “primero mandibular”. Las decisiones que debe tomar el cirujano sobre la fabricación de la férula con frecuencia incluyen la ubicación de los orificios interproximales para asegurar la férula al maxilar con alambres, el uso de un diseño de férula intermedia “férula en férula”, el grosor de la férula (resistencia) y la posible inclusión de una correa palatina (Figura 14.14).

Generación de hojas de datos para uso clínico

El último paso en la VSP es el diseño de la hoja de datos resumida. Las mediciones clave deben ser fácilmente visibles para ayudar al cirujano cuando estas se revisen en el quirófano (Figura 14.15). Esto incluye los movimientos planificados en los puntos de referencia clave, la visualización del solapamiento



•**Figura 14.13.** Exceso mandibular asimétrico de larga duración que provoca elongación hemimandibular. La cirugía bimaxilar debe incluir osteotomías de Le Fort I y sagital de la rama para avanzar los maxilares y corregir la asimetría facial. **(A)** Imágenes de CBCT del esqueleto craneofacial del paciente que indican las ubicaciones planificadas de las osteotomías utilizando los cortes mediales "bajos y cortos". **(B)** Predicción de la VSP de las interferencias del lugar de la osteotomía utilizando un corte medial tradicional "alto y corto" como parte de la SRO. En el lado derecho de la mandíbula, la cara posterior del segmento distal gira lateralmente causando interferencias (*flecha*). Esto impide un contacto amplio a través del lugar de la osteotomía y da como resultado un hueco anterior en el lugar de la osteotomía con un ensanchamiento de la extensión de la plataforma bucal del segmento proximal. Será necesario un recontorneado significativo del lecho de la osteotomía. **(C)** Predicción de la VSP de la aproximación del punto de osteotomía utilizando un corte medial "bajo y corto" como parte de la SRO en el mismo paciente. Los segmentos proximal y distal de la mandíbula se aproximan uniformemente a través del lugar de la osteotomía sin desplazamiento condilar fuera de la fosa glenoidea. No hay necesidad de recontorneado quirúrgico para mejorar el contacto con el lugar de la osteotomía.



•Figura 14.14. Férulas oclusales intermedias y finales diseñadas y fabricadas por ordenador. Las férulas están etiquetadas como INT (intermedia) y FIN (final), ambas con orificios interproximales.

| Punto | Referencia | A-p | Derecha-izquierda | Abajo-arriba | Distancia final de la línea media |
|-----------|--------------------------------|------------------|-------------------|---------------|-----------------------------------|
| ANS | Espina nasal anterior | 6,4 mm anterior | 0,1 mm izquierda | 1,3 mm abajo | 0,3 mm izquierda |
| A | punto A | 6,2 mm anterior | 0,1 mm izquierda | 1,2 mm abajo | 0,3 mm izquierda |
| UI(m) | Punto medio del incisivo sup. | 5,0 mm anterior | 0,6 mm izquierda | 1,5 mm abajo | 0,5 mm izquierda |
| UC(l) | Cúspide canina sup. izq. (U3L) | 4,4 mm anterior | 0,3 mm izquierda | 0,8 mm abajo | 18,6 mm izquierda |
| UC(r) | Cúspide canina sup. der. (U3R) | 5,6 mm anterior | 0,3 mm izquierda | 1,3 mm abajo | 17,8 mm derecha |
| Umcusp(l) | Cúspide molar sup. izq. (U6L) | 4,2 mm anterior | 0,4 mm derecha | 0,3 mm arriba | 27,4 mm izquierda |
| Umcusp(r) | Cúspide molar sup. der. (U6R) | 6,0 mm anterior | 0,4 mm derecha | 0,4 mm abajo | 26,6 mm derecha |
| LI(m) | Punto medio del incisivo inf. | 0,9 mm posterior | 2,1 mm izquierda | 0,5 mm abajo | 0,2 mm izquierda |
| Lmcusp(l) | Cúspide molar inf. izq. (L6L) | 2,3 mm posterior | 0,7 mm izquierda | 0,6 mm abajo | 23,7 mm izquierda |
| Lmcusp(r) | Cúspide molar inf. der. (L6R) | 0,4 mm anterior | 0,6 mm izquierda | 0,4 mm abajo | 21,9 mm derecha |
| B | punto B | 0,9 mm posterior | 1,7 mm izquierda | 0,5 mm abajo | 1,3 mm izquierda |
| Pog. | Pogonion | 0,8 mm posterior | 1,7 mm izquierda | 0,5 mm abajo | 0,6 mm izquierda |
| Men. | Mentón | 0,8 mm posterior | 1,3 mm izquierda | 0,5 mm abajo | 0,0 mm |
| Go(i) | Gonion izq. | 1,2 mm posterior | 0,2 mm derecha | 0,3 mm abajo | 45,0 mm izquierda |
| Go(d) | Gonion der. | 0,1 mm anterior | 0,3 mm derecha | 0,1 mm arriba | 44,2 mm derecha |

•Figura 14.15. Hoja de resumen de datos con puntos de referencia personalizados según las preferencias del cirujano para facilitar su visualización y consulta.

óseo previsto (o las brechas) en los puntos de osteotomía, las mediciones en los puntos de osteotomía y la posición del nervio alveolar inferior en lugares específicos (Figura 14.16).

Guías de osteotomía CAD/CAM y placas de titanio diseñadas a medida (específicas para cada paciente) para la cirugía ortognática bimaxilar

Antecedentes

Mientras que la MSP convencional y la VSP para la cirugía ortognática bimaxilar suelen transferir la información de planificación del paciente para su uso durante la cirugía a

través de férulas o de férulas oclusales, la VSP ha permitido la transferencia del plan quirúrgico al paciente a través de guías quirúrgicas oclusales u óseas y placas de titanio personalizadas (específicas para el paciente).^{9,16,22,35,40,52} Un método para conseguirlo en la cirugía ortognática bimaxilar consiste en realizar orificios previos en el hueso maxilar antes de la osteotomía mediante guías de perforación oclusales o al hueso (Figura 14.17). A continuación, se completa la osteotomía de Le Fort I y se posiciona el maxilar superior alineando los orificios pretaladrados con las placas de titanio personalizadas (específicas para el paciente) (Figura 14.18). Los beneficios potenciales de este método son: (1) que no se necesita obtener un registro preciso de la mordida en CR en el entorno clínico y luego durante la adquisición de la tomografía computarizada, (2) que no se depende del posicionamiento preciso del complejo maxilomandibular en la posición de



•Figura 14.16. Corte transversal de la mandíbula a nivel de la osteotomía vertical de la osteotomía sagital de la rama que demuestra la localización del nervio alveolar inferior a 8 mm del borde lateral y a 4,7 mm del borde inferior.

bisagra terminal en la operación antes de colocar la fijación, (3) que no depende del asentamiento adecuado de la oclusión en la férula oclusal, (4) que no hay que definir puntos de referencia externos verticales intraoperatorios antes de colocar la fijación maxilar y (5) no depende de las habilidades individuales del cirujano para seleccionar, doblar y colocar con precisión una serie de placas de fijación maxilar durante la operación.⁷ Entre las posibles desventajas de depender de guías quirúrgicas y placas de titanio personalizadas (específicas del paciente) para colocar el maxilar se encuentran: (1) las dificultades técnicas para eliminar las interferencias de tejido blando y hueso en los puntos de osteotomía maxilar antes de colocar la fijación, (2) las dificultades para orientar los segmentos maxilares (osteotomía segmentaria de Le Fort I), lo que requiere el uso de una férula oclusal o palatina prefabricada antes de asegurar la fijación, (3) la incapacidad para ajustar con precisión intraoperatoria la posición maxilar (es decir, línea media dental, altura vertical o canteo oclusal) antes de asegurar la fijación, (4) la necesidad de colocar una fijación adicional (no planificada) en caso de que la placa a medida y las ubicaciones para los tornillos resulten inadecuadas, (5) la dificultad para trabajar en torno al volumen y la posición de la placa a medida para contorneo los bordes del lugar de la osteotomía, los bordes piriformes, la espina nasal anterior y el suelo nasal anterior, (6) la probabilidad mayor de que se palpén los dispositivos en los meses pos-

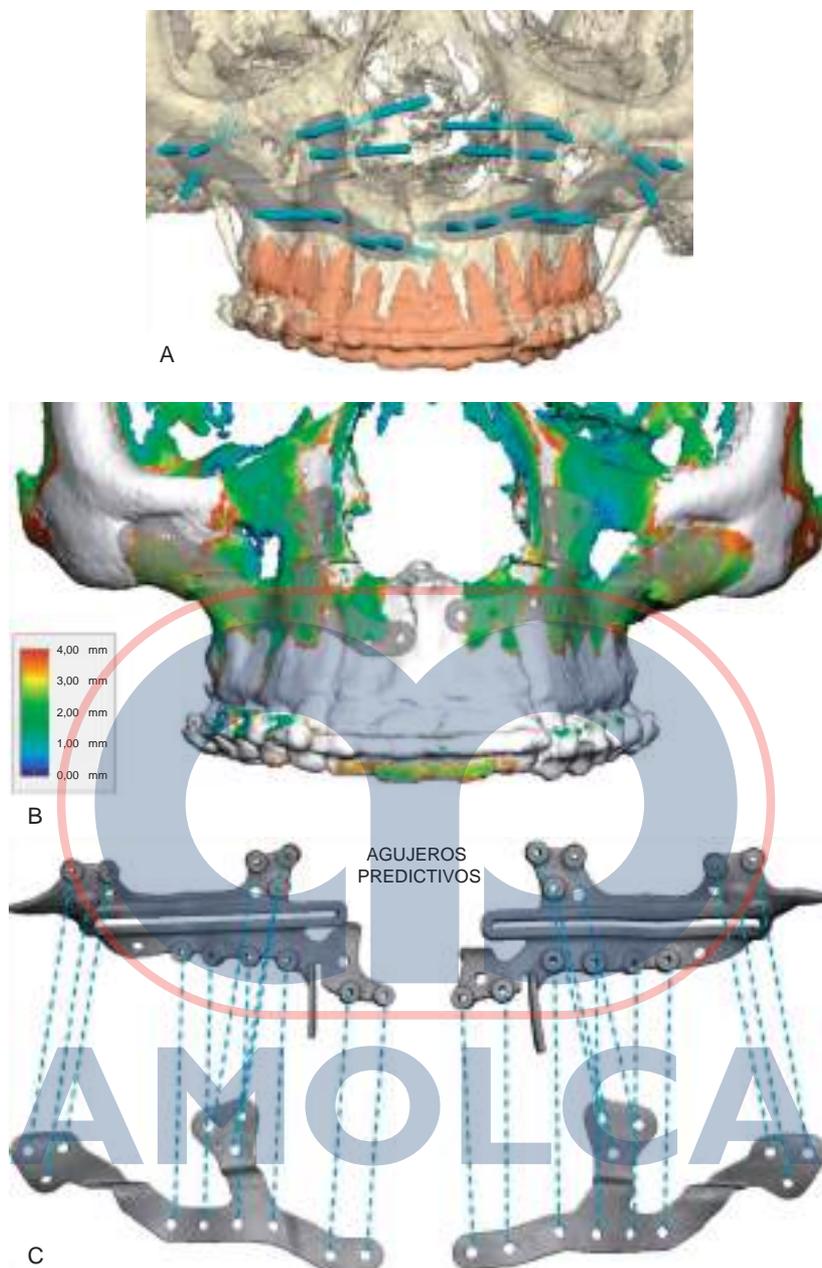
teriores a la intervención, lo que puede requerir su retirada posteriormente, ya que la placa a medida tiende a abarcar todo el maxilar o el hemimaxilar y los bordes del lecho de la osteotomía y (7) que si se requiere la retirada de los dispositivos, es probable que sea necesaria una mayor disección para retirarlos por completo, en lugar de retirar solo una placa y los tornillos asociados.

Aunque actualmente se pueden utilizar guías de corte (oclusales u óseas) para realizar osteotomías interdentes, osteotomías sagitales (*split*) de la rama, genioplastia ósea y contorneado del borde inferior mandibular, su valor en cirugía maxilofacial sigue siendo un trabajo en curso.

Precisión de las placas específicas para cada paciente en la cirugía ortognática bimaxilar

Los trabajos de Heufelder y de Li evaluaron la precisión del posicionamiento maxilar (quirúrgico) en la cirugía ortognática bimaxilar mediante el uso de guías de osteotomía óseas y placas de titanio personalizadas (específicas del paciente). Heufelder et al. utilizaron el ALM con el plano de referencia (horizontal) facial superior fijado en el FH, sin embargo, Li et al. no definieron el plano de referencia (horizontal) facial superior utilizado en la VSP de sus sujetos. Heufelder et al. evaluaron prospectivamente casos consecutivos (N = 22) de posicionamiento maxilar sin férulas mediante guías quirúrgicas óseas y placas de titanio personalizadas (específicas del paciente).¹³ El modelo virtual de planificación preoperatoria se fusionó con la TC posoperatoria obtenida en el posoperatorio inmediato mediante superposición de la base del cráneo. El error medio en el posicionamiento maxilar fue de 0,39 mm. El mayor error posicional maxilar medido en cualquier paciente fue de 2,02 mm y se presentó en el posicionamiento anteroposterior (es decir, avance horizontal) del maxilar. Li et al. estudiaron de forma prospectiva a 10 sujetos con DFD seleccionados aleatoriamente que tenían programada una cirugía ortognática bimaxilar en un periodo de 4 meses.¹⁹ A todos los pacientes se les realizó un posicionamiento sin férulas del maxilar durante la cirugía ortognática bimaxilar con guías quirúrgicas óseas y placas de titanio personalizadas (específicas para el paciente). Se obtuvo una tomografía computarizada posoperatoria de todos los pacientes en el periodo posquirúrgico inmediato y se registró en la base del cráneo en el plan quirúrgico virtual. Los investigadores comprobaron que todos los movimientos maxilares conseguidos estaban dentro de los 0,7 mm de la VSP.

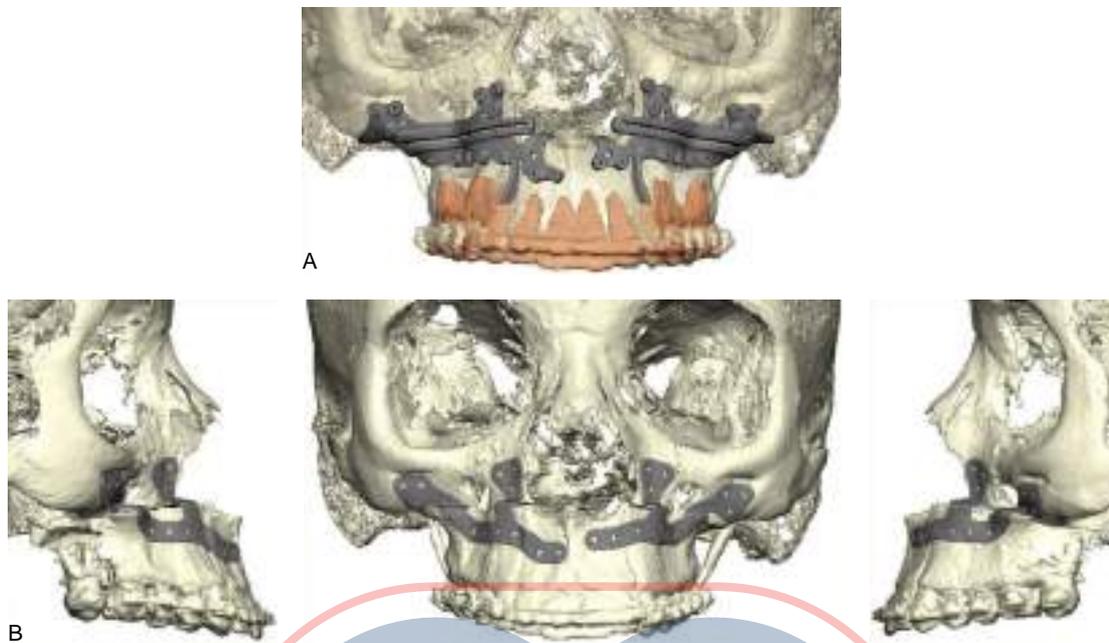
Kraeima et al. realizaron un ensayo controlado aleatorizado multicéntrico para comparar la precisión quirúrgica de la oclusión con el uso de placas de titanio personalizadas (específicas para el paciente).¹⁶ En su estudio participaron 58 pacientes, 31 en el grupo de oclusión (control) y 27 en el grupo de placas de titanio personalizadas (específicas para el paciente) (intervención). Cabe destacar que sus placas de titanio personalizadas eran cuatro placas maxilares separadas con cuatro orificios para tornillos por placa. Todos los pacientes fueron sometidos a osteotomías de Le Fort I no segmentarias y se analizaron los resultados planificados fren-



•**Figura 14.17.** Una vez finalizados los movimientos maxilares planificados para la cirugía, se diseñan las placas maxilares personalizadas (específicas para el paciente). (A) Cilindros que designan las futuras ubicaciones de los tornillos y no interfieren con las raíces dentales. (B) Mapa de calor para marcar el grosor óseo < 4 mm. El hueso marcado en blanco es > 4 mm. Los orificios de la placa y las ubicaciones de los tornillos se colocan en los lugares disponibles de hueso grueso maxilar y cigomático. (C) Las ubicaciones de los orificios de la placa y los tornillos para las placas finales y el maxilar posicionado quirúrgicamente se generan en una guía de osteotomía con orificios de placa predictivos y guías de osteotomía del maxilar sin cortar (ubicación nativa).

te a los obtenidos mediante la superposición de conjuntos de datos en 3D. El grupo de las férulas oclusales demostró errores AP superiores a 4 mm y el grupo de las placas de titanio personalizadas (específicas para el paciente) demostró errores AP superiores a 3 mm. Ambos grupos de estudio demostraron errores verticales de hasta 4 mm con respecto a lo planificado.¹⁶ Su estudio sugiere que las placas de titanio personalizadas (específicas para el paciente) tienen errores similares a los de las férulas oclusales en la transferencia de la VSP al paciente durante la operación.

Tanto **Gaber et al.** como **Van den Bempt et al.** completaron una revisión sistemática para examinar la precisión en la cirugía ortognática para comparar y contrastar la férula oclusal versus el uso de placas de titanio personalizadas (específicas para el paciente).^{8,40} Las revisiones sistemáticas no pudieron llegar a un consenso sobre las diferencias en la precisión de la VSP entre el uso de férulas oclusales y placas personalizadas (específicas para el paciente) utilizadas para posicionar el maxilar en la cirugía ortognática bimaxilar.



•Figura 14.18. (A) Las guías de osteotomía con orificios predictivos para los tornillos y guías de osteotomía maxilar horizontal y segmentaria superpuestas sobre el maxilar sin cortar. (B) Posición final de la osteotomía segmentaria de Le Fort I colocada a través de guías de osteotomía personalizadas (específicas para el paciente) y orificios predictivos para alinear con la placa personalizada.

Conclusiones

El éxito de la reconstrucción de una deformación dentofacial sigue dependiendo del diagnóstico clínico específico y exhaustivo del paciente y de las observaciones estéticas faciales del cirujano durante el examen visual directo para la planificación del tratamiento. En la cirugía ortognática bimaxilar, se requiere una planificación quirúrgica detallada y precisa para la transferencia del plan quirúrgico al quirófano. La VSP permite al cirujano contar con el apoyo de proveedores para la fabricación de las férulas oclusales

utilizadas en la operación y/o las guías quirúrgicas para lograr estos objetivos. Para la cirugía ortognática bimaxilar convencional “primero el maxilar”, sigue siendo necesario un registro de mordida CR preciso durante la adquisición del escaneado volumétrico en 3D. El diseño externo de placas de titanio personalizadas (específicas para el paciente) para su uso en cirugía ortognática bimaxilar como alternativa a una férula “intermedia” ofrece la posibilidad de limitar los errores del cirujano durante la adquisición de datos y en la operación, pero su función definitiva sigue sin estar clara.

Referencias bibliográficas

1. Aboul-Hosn Centenero S, Hernandez-Alfaro F. 3D planning in orthognathic surgery: CAD/ CAM surgical splints and prediction of the soft and hard tissues results - our experience in 16 cases. *J Cranio-Maxillofacial Surg.* 2012;40:162–168.
2. Andrews W, Andrews L. Six elements of orofacial harmony. *The Andrews Journal of Orthodontics and Orofacial Harmony.* 2000;1:1.
3. Barbenel J C, Paul P E, Khambay B S, et al. Errors in orthognathic surgery planning: the effect of inaccurate study model orientation. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010;39:1103–1108.
4. Deng H, Yuan P, Wong S, et al. An automatic approach to establish clinically desired final dental occlusion for one-piece maxillary orthognathic surgery. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2020;15:1763–1773.
5. Drew S J. Computer planning for orthognathic surgery. In: Kademani D, Tiwana P, eds. *Atlas of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2015:263–281. Ch 28.
6. Ellis E. Bimaxillary surgery using an intermediate splint to position the maxilla. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999;57:53–56.
7. Espinosa S. Vertical maxillary measurements using a virtual external reference point in orthognathic surgery: technical innovation. *J Craniofac Surg.* 2017;28:2101–2103.
8. Gaber R M, Shaheen E, Falter B, et al. A systematic review to uncover a universal protocol for accuracy assessment of 3-dimensional virtually planned orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2017;75:2430–2440.
9. Gander T, Bredell M, Eliades T, et al. Splintless orthognathic surgery: a novel technique using patient-specific implants (PSI). *J Cranio-Maxillo-Fac Surg.* 2015;43:319–322.
10. Gateno J, Xia J, Teichgraeber J F, et al. The precision of computer generated surgical splints. *J Oral Maxillofac Surg.* 2003;61:814–817.
11. Gateno J, Xia J, Teichgraeber J F, Rosen A. A new technique for the creation of a computerized composite skull model. *J Oral Maxillofac Surg.* 2003;61:222–227.
12. Hernández-Alfaro F, Giralt-Hernando M, Brabyn PJ, Haas OL Jr, Valls-Ontañón A. Variation between natural head orientation and Frankfort horizontal planes in orthognathic surgery patients: 187 consecutive cases. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2021;50(9):1226–1232.
13. Heufelder M, Wilde F, Pietzka S, et al. Clinical accuracy of waferless maxillary positioning using customized surgical guides and patient specific

- osteosynthesis in bimaxillary orthognathic surgery. *J Cranio-Maxillofacial Surg.* 2017;45:1578–1585.
14. Ho C T, Lin H H, Lo L J. Intraoral scanning and setting up the digital final occlusion in three-dimensional planning of orthognathic surgery: its comparison with the dental model approach. *Plast Reconstr Surg.* 2019;143:1027e–1036e.
 15. Hsu S S, Gateno J, Bell R B, Hirsch D L, et al. Accuracy of a computer-aided surgical simulation protocol for orthognathic surgery: a prospective multicenter study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71:128–142.
 16. Kraeima J, Schepers R H, Spijkervet F K L, et al. Splintless surgery using patient-specific osteosynthesis in Le Fort I osteotomies: a randomized controlled multi-centre trial. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2020;49:454–460.
 17. Lee S J, Betensky R A, Gianneschi G E, Gallucci G O. Accuracy of digital versus conventional implant impressions. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26:715–719.
 18. Lee S J, Gallucci G O. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24:111–115.
 19. Li B, Shen S, Jiang W, Li J, et al. A new approach of splint-less orthognathic surgery using a personalized orthognathic surgical guide system: a preliminary study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017;46:1298–1305.
 20. Marmulla R, Mühling J. Computer-assisted condyle positioning in orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65:1963–1968.
 21. Mazzoni S, Badiali G, Lancellotti L, et al. Simulation-guided navigation: a new approach to improve intraoperative three-dimensional reproducibility during orthognathic surgery. *J Craniofac Surg.* 2010;21:1698–1705.
 22. Mazzoni S, Bianchi A, Schiariti G, et al. 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;73:701–707.
 23. Mehl A, Ender A, Mormann W, Attin T. Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. *Int J Comput Dent.* 2009;12:11–28.
 24. Moorrees C F. Natural head position – a revival. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;105:512–513.
 25. Posnick JC, Kinard BE. Use of a ‘low and short’ medial cut limits sagittal ramus osteotomy interferences. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2021:S0901-5027(21)00062-X.
 26. Posnick J C, Choi E, Liu S. Occurrence of a ‘bad’ split and success of initial mandibular healing: a review of 524 sagittal ramus osteotomies in 262 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2016;45:1187–1194.
 27. Posnick J C, Fantuzzo J J, Orchin J D. Deliberate operative rotation of the maxillo-mandibular complex to alter the A-Point to B-point relationship for enhanced facial esthetics. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006;64:1687–1695.
 28. Profit W R, Phillips C, Dannj C, et al. Stability after surgical-orthodontic correction of skeletal Class III malocclusion. I. Mandibular setback. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1991;6:7–18.
 29. Quevedo L A, Ruiz J V, Quevedo C A. Using a clinical protocol for orthognathic surgery and assessing a 3-dimensional virtual approach: current therapy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69:623–637.
 30. Resnick C M, Doyle M, Calabrese C E, et al. Is it cost effective to add an intraoral scanner to an Oral and Maxillofacial Surgery practice? *J Oral Maxillofac Surg.* 2019;77:1687–1694.
 31. Reyneke J P, Evans W G. Surgical manipulation of the occlusal plane. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1990;5:99–110.
 32. Ritto F G, Schmitt A R M, Pimentel T, et al. Comparison of the accuracy of maxillary position between conventional model surgery and virtual surgical planning. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2018;47:160–166.
 33. Schatz E C, Xia J J, Gateno J, et al. Development of a technique for recording and transferring natural head position in 3 dimensions. *J Craniofac Surg.* 2010;21:1452–1455.
 34. Sun Y, Luebbers H -T, Agbaje J O, et al. Accuracy of upper jaw positioning with intermediate splint fabrication after virtual planning in bimaxillary orthognathic surgery. *J Craniofac Surg.* 2013;24:1871–1876.
 35. Suojanen J, Leikola J, Stoor P. The use of patient-specific implants in orthognathic surgery: a series of 32 maxillary osteotomy patients. *J Cranio-Maxillo-Fac Surg.* 2016;44:1913–1916.
 36. Swennen G R, Mollemans W, Schutyser F. Three-dimensional treatment planning of orthognathic surgery in the era of virtual imaging. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67:2080–2092.
 37. Ting-Shu S, Jian S. Intraoral digital impression technique: a review. *J Prosthodont.* 2015;24:313–321.
 38. Tucker S, Cevidanis L H S, Styner M, et al. Comparison of actual surgical outcomes and 3-dimensional surgical simulations. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68:2412–2421.
 39. Uechi J, Okayama M, Shibata T, et al. A novel method for the 3-dimensional simulation of orthognathic surgery by using a multimodal image-fusion technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130:786–798.
 40. Van den Bempt M, Liebrechts J, Maal T, et al. Toward a higher accuracy in orthognathic surgery by using intraoperative computer navigation, 3D surgical guides, and/or customized osteosynthesis plates: a systematic review. *J Cranio-Maxillo-Fac Surg.* 2018;46:2108–2119.
 41. Wong S, Deng H, Gateno J, et al. Clinical evaluation of digital dental articulation for one-piece maxillary surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2020;78:799–805.
 42. Wrzosek M K, Peacock Z S, Laviv A, et al. Comparison of time required for traditional versus virtual orthognathic surgery treatment planning. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2016;45:1065–1069.
 43. Wu W, Chen H, Cen Y, et al. Haptic simulation framework for determining virtual dental occlusion. *Int J CARS.* 2017;12:595–606.
 44. Xia J, Ip H H, Samman N, et al. Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation: 3D virtual osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2000;29:11–17.
 45. Xia J J, Gateno J, Teichgraber J F, et al. Accuracy of the computer-aided surgical simulation (CASS) system in the treatment of patients with complex craniomaxillofacial deformity: a pilot study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65:248–254.
 46. Xia J J, Gateno J, Teichgraber J F, et al. Algorithm for planning a double-jaw orthognathic surgery using a computer-aided surgical simulation (CASS) protocol. Part 2: three-dimensional cephalometry. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2015;44:1441–1450.
 47. Xia J J, Gateno J, Teichgraber J F. New clinical protocol to evaluate craniomaxillofacial deformity and plan surgical correction. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67:2093–2106.
 48. Xia J J, McGrory J K, Gateno J, et al. A new method to orient 3-dimensional computed tomography models to the natural head position: a clinical feasibility study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69:584–591.
 49. Yuan P, Mai H, Li J, et al. Design, development and clinical validation of computer-aided surgical simulation system for streamlined orthognathic surgical planning. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2017;12:2129–2143.
 50. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients’ perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health.* 2014;14:1–7.
 51. Zhang N, Liu S, Hu Z, Hu J, Zhu S, Li Y. Accuracy of virtual surgical planning in two jaw orthognathic surgery: comparison of planned and actual results. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2016;122:143–151.
 52. Zinser M J, Mischkowski R A, Sailer H F, Zoller J E. Computer-assisted orthognathic surgery: feasibility study using multiple CAD/CAM surgical splints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012;113:673–687.
 53. Zizelmann C, Hammer B, Gellrich N C, et al. An evaluation of face-bow transfer for the planning of orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012;70:1944–1950.