



Planificación para Cirugía Ortognática Universidad de Valparaíso: Cirugía de Modelos y Splints Quirúrgicos.

Autor: Dr. Cristian Blamey V.
Docente Guía: Dr. Joaquín Jaramillo K.
Valparaíso, Diciembre de 2012.

Agradecimientos

- A Dios que me ha puesto en este camino y me ha permitido aprender, crecer y ayudar. Espero poder ser siempre lo que espera de mi.
- A mis padres y hermano por su sacrificio y apoyo incondicional. Por siempre querer entregarme mas de lo que pueden.
- A Catalina por entender, apoyar y amar. Eres el pilar de estos dos últimos años.
- A toda mi familia por su apoyo y comprensión. Por siempre estar ahí cuando los necesito.
- A Dr. Edwin Valencia, director del programa, por confiar en mi persona, apoyarme y dar la oportunidad de formarme como cirujano.
- A Dr. Joaquín Jaramillo, gracias por estos 3 años de formación profesional y para la vida; su amistad, apoyo y enseñanzas han sido fundamentales; le aseguro no serán olvidadas.
- A Dr. Jaime Henríquez por toda su calidad humana y profesional; por enseñarme tanto de cirugía como de la vida misma. Ahora creo entender por qué le llaman maestro.
- A Dr. Marco Nasi, por su dedicación, preocupación y pasión por la cirugía. Gracias por estar siempre del lado de los residentes.
- A Dr. Guillermo Rojas, por sus enseñanzas de medicina y algo mas. Un privilegio compartir hospital con una persona, profesional y amigo como Ud.
- A todos mis amigos residentes del programa, por su amistad, apoyo y disposición. Cuenten conmigo para lo que necesiten.
- A todo el equipo de Cirugía Maxilofacial Hospital Naval Almirante Nef, especialmente a Dr. René Briones.
- A los Dres. Omar Campos , Fernanda Pintor y Ariel Zivov, Hospital Clínico Universidad de Chile, por permitirme estar, ser parte y aprender de Uds.
- A toda la gente de la clínica de postgrado de la Universidad de Valparaíso, especialmente a la Srta. Alejandra Carrera, por su recepción y apoyo durante todo este proceso

Indice

- Introducción.....1
- Cirugía de Modelos.....3
- Splints Quirúrgicos.....37
- Secuencia Alterada en Cirugía de Modelos.....52
- Cirugía Ortognática Asistida por Computadora.....64
- Conclusión.....79

Introducción.

La Cirugía Ortognática corresponde al área de la Cirugía Máxilofacial encargada de diagnosticar, planificar, y ejecutar los tratamientos de corrección de las deformidades de los tejidos blandos, óseos, dentarios y musculoesqueléticos de los maxilares y estructuras asociadas

En las últimas décadas, los avances en cirugía ortognática, imágenes y programas computacionales, fijación interna rígida y hospitalizaciones más breves, han hecho de esta subespecialidad una alternativa real para muchos pacientes, los cuales debido al componente esquelético de su problema no tienen otra solución que un tratamiento ortodóncico quirúrgico.

Las deformaciones dentomáxilofaciales se refieren a las desviaciones o alteraciones que puede sufrir un paciente en relación a las proporciones faciales normales y a las relaciones dentarias que son lo suficientemente severas como para provocar discapacidad. Esta se hace evidente, fundamentalmente, desde un punto de vista funcional y estético. En el primero, encontramos grandes dificultades en realizar actos básicos tales como: masticación, deglución, respiración, expresión oral y trabajo articular. El segundo, y por lo general, el más importante para el paciente, es que su apariencia es discriminada en su interacción social. Se sabe que estas afectan aproximadamente al 5% de la población y pueden mostrar varios grados de compromiso funcional y estético. La malposición puede afectar sólo a un maxilar o extenderse a varias estructuras craneofaciales. Puede, además, ser uni o bilateral, expresándose con distintos grados de variación en los planos faciales vertical, transversal y horizontal.

El tratamiento ortodóncico como tal, es exitoso en devolver los dientes a una correcta relación tanto con su base ósea como interarcadas, sin embargo, no corrige el problema esquelético subyacente, por lo tanto, no satisface la incapacidad psicológica que presentan los pacientes. Por consiguiente, una vez terminado el crecimiento, la Cirugía Ortognática, constituye una alternativa, a menudo necesaria, para lograr un tratamiento óptimo e integral

Con el advenimiento en la década de los 70, de las técnicas quirúrgicas en el maxilar superior las cuales permitieron el uso rutinario de cirugía correctiva simultánea de ambos maxilares, asociado con el notable avance alcanzado por la ortodoncia contemporánea debido al desarrollo de las técnicas con aparatos preajustados (straight wire) , se han debido implementar planes de tratamiento más apropiados para corregir las deformaciones dentomáxilofaciales, en los cuales, los componentes dentales y musculoesqueléticos alterados e involucrados en la maloclusión pueden ser corregidos con una combinación de técnicas ortodóncico-quirúrgicas.

En la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, los responsables del desarrollo de esta área, es el equipo profesional multidisciplinario formado por ortodoncista y cirujano maxilofacial, apoyados, además, por kinesiólogo y médico internista entre otros.

Este equipo planifica en conjunto cada uno de los pasos a los cuales el paciente será sometido para obtener un resultado exitoso , estos van desde el diagnóstico inicial , ortodoncia prequirúrgica , planificación preoperatoria , Cirugía y controles postoperatorios hasta que la ortodoncia postquirúrgica finalice.

El objetivo de esta monografía es ser un aporte en una etapa crucial de la planificación prequirúrgica que es la Cirugía de Modelos y la confección de las Férulas preoperatorias , en las siguientes páginas describiremos detalladamente el protocolo empleado para tal efecto en la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.

Cirugía de Modelos.

Cualquiera sea la secuencia utilizada, el uso de un articulador con registro de arco facial para planificar procedimientos bimaxilares, es fundamental para lograr exactitud de la posición del maxilar en el espacio y la relación entre ambos huesos para lograr la óptima oclusión.

La información diagnóstica obtenida del análisis clínico, fotográfico y radiográfico, junto con el estudio de los modelos es integrado para obtener un plan de tratamiento. Este plan de tratamiento, se expresa en la cirugía de modelos y la nueva relación postquirúrgica simulada en los modelos se usa para fabricar los splints intermedio y final. Estos splints son un medio esencial para transferir el plan de tratamiento en una cirugía precisa.

El reposicionamiento simultáneo de maxilar y mandíbula, se ha vuelto una rutina en el tratamiento de anomalías dentofaciales complejas. Estos movimientos tridimensionales, se basan en una serie de procedimientos quirúrgicos y no quirúrgicos. Las osteotomías de corrección, especialmente las bimaxilares, requieren ser planeadas de forma pre quirúrgica con la ayuda de la cirugía de modelos, la que se ha transformado en un componente esencial de la predictibilidad del tratamiento.

Los primeros pioneros ortognáticos (Hullihen, 1849; Angle, 1903; Blair, 1907) confiaban en su experiencia clínica y quirúrgica para determinar la corrección necesaria en el tratamiento. Kosticka (1931) usó modelos sin articular para la evaluación pre y post quirúrgica de la oclusión de sus pacientes luego de la osteotomía de rama mandibular. Posteriormente, segmentos de modelos fueron fijados con cera y se fabricó un splint de fijación hecho con aleación de aluminio (Wassmund, 1935). Heggie (1987) desafió la precisión de la cirugía de modelos existente hasta ese momento con la introducción de un caliper para evaluar la posición del maxilar durante la cirugía. Esto sigue siendo hasta el día de hoy base de la secuencia clásica de planificación en cirugía ortognática en la que se reposiciona el maxilar en una primera etapa, para luego y con la ayuda de splints quirúrgicos, se reposiciona la mandíbula para llevarla a una posición oclusal previamente definida.

De otra forma, y contrario a lo establecido hasta ese momento, Lindorf y Steinhauser (1978) y Cotrell y Wolford (1994), sugirieron alterar la secuencia de la planificación de cirugía de modelos bimaxilar y el procedimiento quirúrgico. Propusieron que en casos de grandes avances mandibulares, si un maxilar de paredes delgadas es reposicionado primero, entonces una desviación del maxilar podía ocurrir mientras se aplicaba la fijación intermaxilar. Por lo tanto, decidieron realizar primero la cirugía mandibular, usando trazados cefalométricos para predecir la posición postoperatoria. La mandíbula es estabilizada primero con fijación rígida antes de llevar el maxilar a la posición de oclusión ideal.

Existen varias técnicas de cirugía de modelos descritas en la literatura. De todas estas, son dos las que parecen tener la mayor aceptación y utilización: la técnica espaciadora de Lockwood y la técnica anatómica de Eastman.

La técnica de Lockwood, incorpora un yeso espaciador o espaciadores plásticos en la interface entre los modelos superior e inferior y el yeso de montaje del articulador. Estos insertos espaciadores son usualmente de 7 mm de espesor y siguen la forma de la base del modelo de yeso. Se mantienen en posición con el uso de elásticos, broches e incluso con imanes. Desde que Lockwood describió la técnica con el uso de un articulador plano tipo oclusor, ésta ha sido mejorada introduciendo el uso de articuladores semiajustables y registro con arco facial.

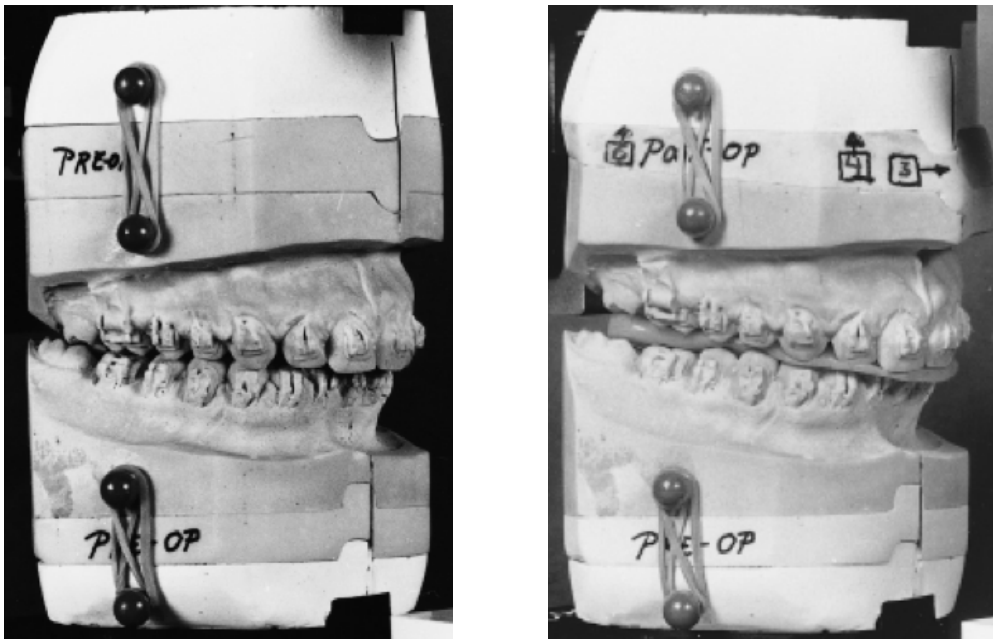


Fig 1: Técnica Espaciadora de Lockwood.

Izq: modelo preoperatorio. Nótese el espaciador entre el modelo y la platina de montaje, sujeto con elásticos

Der: modelo reposicionado. Se aprecia el espaciador modificado de acuerdo a la cirugía planificada.

Tomado de: Bamber MA, Harris M: A validation of two orthognathic model surgery techniques. Journal of Orthodontics, Vol.28/2001/135-142

La técnica anatómica de Eastman, de forma esencial aboga el uso de registro de arco facial, registro de relación céntrica supina y el uso de articulador semiajustable. Líneas de referencia verticales y horizontales son dibujadas en el yeso de montaje con el objeto de registrar la posición preoperatoria de los segmentos maxilares y mandibulares. Los movimientos verticales son medidos por la distancia entre una línea horizontal en el yeso de montaje y las cúspides de referencia, que son la cúspide mesiovestibular del ultimo molar superior, la cúspide vestibular del premolar superior, la cúspide del canino y la línea media interincisiva. Los movimientos anteroposteriores son medidos por la distancia entre la línea media interincisiva y la púa incisal del articulador.

La relación transversal es revisada de forma visual usando la líneas verticales en la superficie del modelo. Se realizan los movimientos deseados y los segmentos son fijados en su nueva posición utilizando cera. Si es necesario realizar nuevos movimientos, la cera puede ser recalentada para corregir lo necesario.

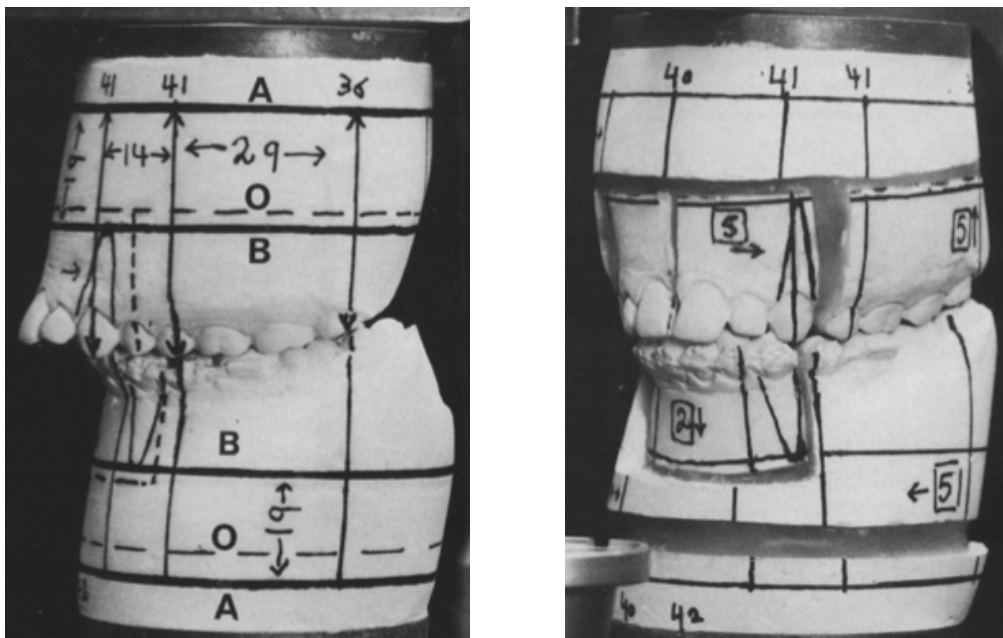


Fig 2: Técnica Antómica de Eastman.
 Tomado de: Anwar M, Harris M: Model surgery for orthognathic planning. Br. J. Oral Maxillofac Surg, 1990, 28, 393-397

Junto con lo anterior, nuevos aportes han sido hechos a la cirugía de modelos. Ellis et al investigó y publicó respecto de su exactitud, demostrando que el uso de la Plataforma de Erickson para cirugía de modelos (Great Lakes Orthodontic Ltd.) por sobre la forma previamente descrita, la que suponía la realización de la cirugía de modelos con lo modelos montados en el articulador, obtenía mejores y más exactos resultados. La plataforma de Erickson es un aparato que permite , luego de retirar el modelo del articulador, montarlo sobre un block de trabajo (model block) para realizar las medidas antes, durante y después de la cirugía de modelos. Las medidas en el modelo son realizadas usando un caliper digital que está montado en la base de la plataforma. De esta manera, todas las medidas son realizadas ya sea perpendicular o paralelas a la plataforma y por ende, perpendicular o paralelo al plano horizontal de Frankfort Otra ventaja del uso de la plataforma para realizar la cirugía de modelos es que permite identificar de forma fácil asimetrías que se encuentren presentes de forma previa en nuestro paciente, las que pueden ser corregidas en la cirugía de modelos.

Junto con lo anterior, permite mediciones directas sobre los dientes, lo que proporciona información vital de la ubicación de éstos antes y después de la cirugía de modelos.

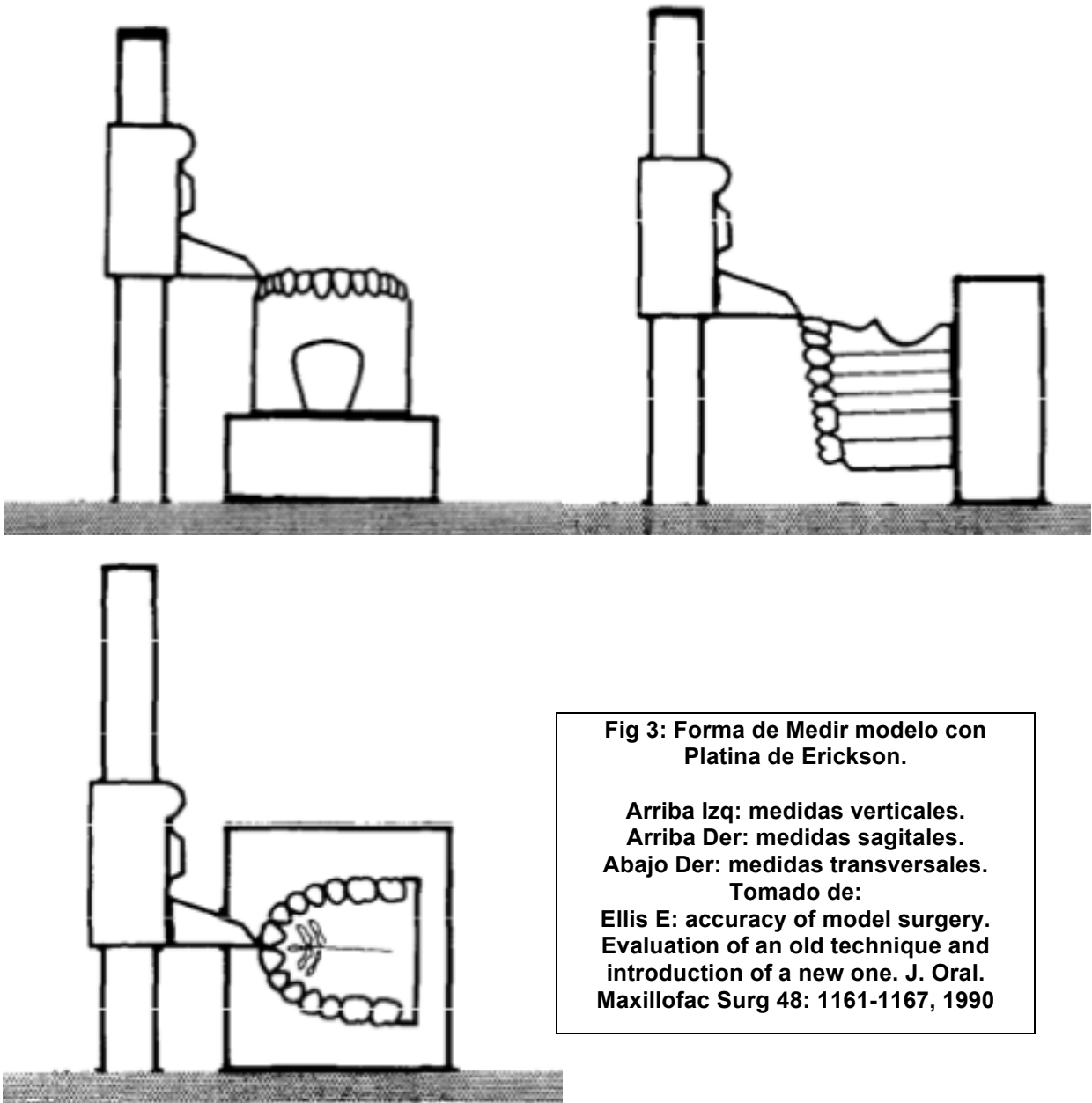


Fig 3: Forma de Medir modelo con Platina de Erickson.

Arriba Izq: medidas verticales.

Arriba Der: medidas sagitales.

Abajo Der: medidas transversales.

Tomado de:

**Ellis E: accuracy of model surgery.
Evaluation of an old technique and
introduction of a new one. J. Oral.
Maxillofac Surg 48: 1161-1167, 1990**

Otra alternativa a lo anterior, es realizar la cirugía de modelos de forma manual, aunque siguiendo un orden similar a lo propuesto por Ellis. Las líneas de referencia vertical son realizadas utilizando una regla de rígida en ángulo recto, mientras que las líneas de referencia horizontal son realizadas con el uso de una regla flexible. Todas las mediciones son hechas de forma manual con la ayuda de un caliper.

Presentaremos a continuación, la forma de realizar cirugía de modelos primero con platina de Erickson y luego técnica manual, utilizada en la secuencia de planificación de la Universidad de Valparaíso.

Cirugía de Modelos con Platina de Erickson.

1. Selección del Articulador:

Para cirugía de modelos previo a cirugía ortognática, es posible utilizar articuladores planos simples tipo ocluser, articuladores semiajustables con registro de arco facial o ambos. El articulador simple tipo ocluser, tiene utilidad sólo en cirugías monomaxilares en las siguientes situaciones: A) avance maxilar puro sin cambios en la altura como son impactaciones o descensos; B) avances mandibulares; 3) retrocesos mandibulares en cirugías monomaxilares. Pese a que las situaciones clínicas antes descritas son las que se encuentran habitualmente en la literatura, nuestro equipo de trabajo no reconoce ventajas en este tipo de articulador simple tipo ocluser por lo que su uso no está indicado en nuestra secuencia de planificación.

Respecto de los articuladores semiajustables con registro de arco facial, son utilizados en procedimientos mono y bimaxilares que incluyen: A) osteotomías maxilares que generen un cambio en la altura, ya sea impactación, descenso o corrección de canteos; B) procedimientos bimaxilares; C) osteotomías segmentarias ; D) cirugías en pacientes asimétricos; E) procedimientos que incluyan evaluación y corrección de la línea media.

El uso de ambos articuladores de forma simultánea, es de utilidad en cirugías bimaxilares en la que la cirugía maxilar y splint intermedio son realizados en el articulador semiajustable, mientras que el articulador simple tipo ocluser funciona como montaje de la oclusión final planificada y confección de splint definitivo. Esta técnica permite contar en el pabellón con la relación entre el modelo maxilar reposicionado y la mandíbula sin reposicionar, lo que es útil al momento de comprobar la osteosíntesis maxilar en el intraoperatorio.

En nuestra secuencia de planificación, debido a las ventajas en exactitud de registros y montajes, sumado al hecho que generalmente realizamos cirugías bimaxilares es que siempre utilizamos articulador semiajustable y registro de arco facial. Debido a su estabilidad, exactitud y facilidad que genera su uso, es que preferimos utilizar articuladores Whip-Mix o Panadent.

2. Toma de impresiones y confección de los modelos:

La técnica de toma de impresiones es particularmente sensible en la cirugía de modelos. Los pacientes de cirugía ortognática se presentan con aparatos de ortodoncia lo que generará dificultades en la selección del tamaño de la cubeta a utilizar como zonas extra de retención del material de impresión. En nuestra sistemática, utilizamos cubetas metálicas de stock tipo Rim-Lock debido a su estabilidad y mayor retención; en cuanto al material de impresión nos inclinamos por el uso de alginato para impresiones ortodóncicas, el que presenta mejores propiedades de resistencia a la tracción y deformación en relación al alginato común.

Si la impresión se ha separado de la cubeta en algún punto, ésta debe ser rechazada y repetida. Si aceptamos una impresión defectuosa, la distorsión puede no ser notada en el modelo de yeso, sin embargo la relación oclusal puede estar alterada y posteriormente, en especial en cirugías segmentarias, se puede producir una situación sobre el modelo que no podrá ser reproducida quirúrgicamente. Otra complicación asociada es que los splints confeccionados serán inexactos y es probable no calcen en la arcada del paciente.

Una vez obtenida y aprobada las impresiones, es necesario crear un modelo de yeso para trabajo. Es nuestra costumbre, disponer de dos sets de modelos con la finalidad de trabajar sobre un set y contar con otro set de modelos como respaldo. Éstos modelos, pueden ser en su totalidad confeccionados en yeso extraduro o tener el sector de los dientes con yeso extraduro y la base en yeso piedra, de forma de facilitar el desgaste y corte de éstos. Luego de obtenidos y fraguados los modelos, son revisados por presencia de poros, burbujas y distorsiones para posteriormente recortar los modelos de forma anatómica, eliminando todo el exceso que interfiera con el montaje en el articulador. Es necesario eliminar todo el exceso de la periferia así como también no dejar zócalo. La base del modelo debe ser recortada de modo que quede paralela a una superficie plana.

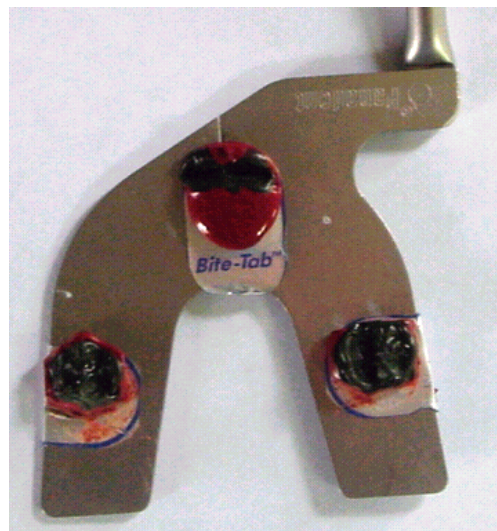
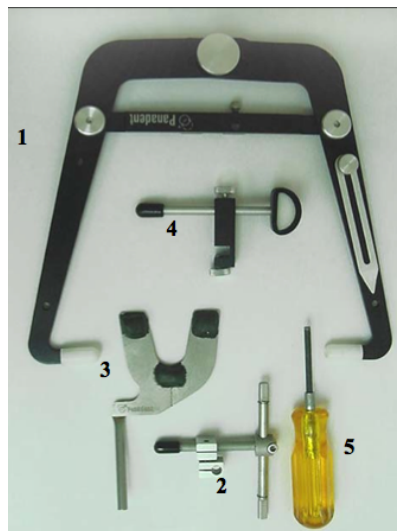


Fig 4: modelos de yeso extraduro recortados para cirugía de modelos

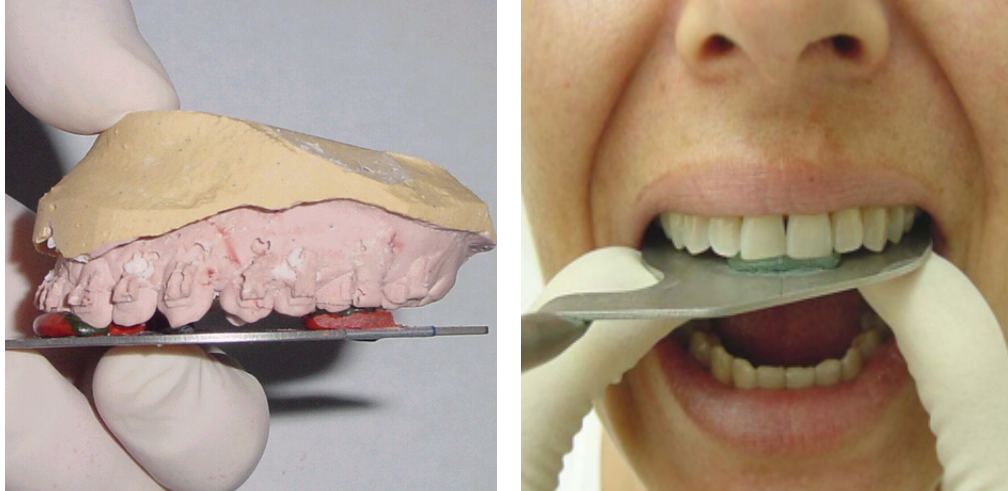
3. Montaje del modelo:

Una vez que todos los registros preoperatorios han sido obtenidos y evaluados para lograr un plan quirúrgico, el paso siguiente es crear un modelo para la simulación de movimientos y confección del splint quirúrgico. Una adecuada y precisa cirugía de modelos sólo será posible con un correcto registro con arco facial y registro de relación céntrica para montaje en articulador. Durante el trabajo del modelo ya montado en el articulador, es necesario lograr con el yeso ortopédico para montaje una superficie lisa y uniforme que permita un adecuado marcado, corte y medición del modelo. Además de lo anterior, es esencial permitir un tiempo adecuado para que el yeso haya secado completamente. Es de vital importancia comprobar que la inclinación de las guías condilares del articulador así como la altura del pin incisal sea la correcta de acuerdo al sistema de articulador que ocupemos. Como ya se mencionó anteriormente, en nuestra secuencia de planificación utilizamos de preferencia el sistema Panadent o el articulador Whip-Mix. Si optamos por trabajar con al articulador Panadent, debemos tener en consideración los siguientes pasos de trabajo.

- Registro con arco facial: El arco facial es un complemento indispensable de los articuladores semiajustables, ya que permite el montaje del modelo superior a la rama superior del articulador en la misma posición que el maxilar ocupa respecto al cráneo. Para realizar el registro con arco facial, es necesario contar además con compuesto de modelar o bite-tabs para el registro de las indentaciones dentarias.



Con la ayuda del modelo superior, se marcan en la horquilla los lugares donde se ubican los incisivos y primeros molares superiores. Luego se calienta el compuesto de modelar y se lleva a boca cuidando que la línea media de la horquilla coincida con la línea media facial. Se logran las indentaciones teniendo precaución que los dientes no contacten con el metal de la horquilla. Es necesario comprobar la ausencia de basculas.



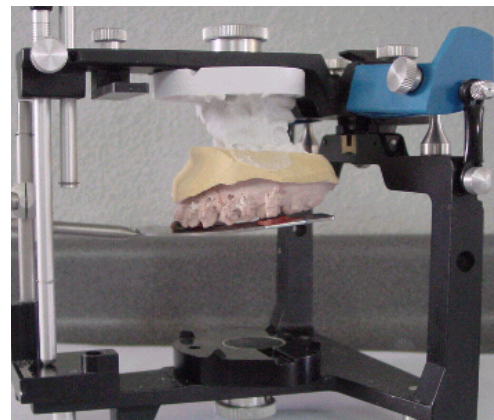
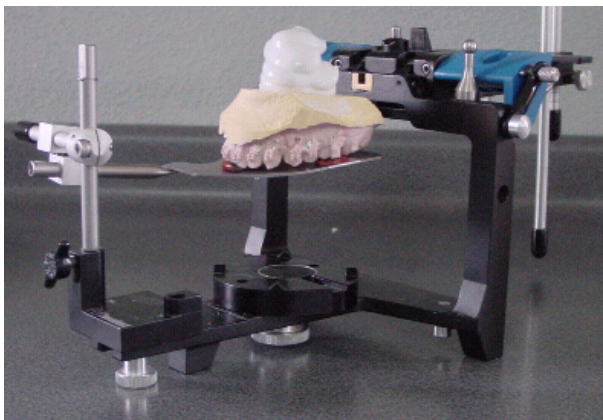
Se coloca el arco facial en el paciente. Se ubica el posicionador nasal que se fija con el tornillo respectivo. Se coloca la horquilla dentro del brazo de montaje hacia la boca del paciente. Se comprueba la inexistencia de básculas. Se retira el arco facial y luego el tronco de montaje que será utilizado para el montaje del modelo superior.



- Montaje del modelo superior: completado el registro de arco facial, se procede al montaje del modelo superior. El primer paso es comprobar que los análogos del articulador se encuentren en la línea de posición 6. El pin incisal se debe encontrar en cero.



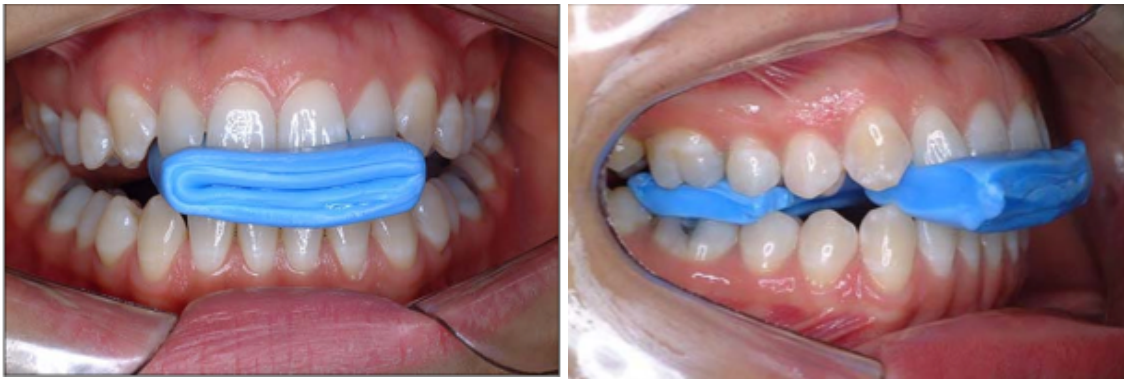
- el tronco de montaje junto con la horquilla en el articulador. Se hace coincidir el modelo superior en la indentaciones correspondientes sobre el compuesto de modelar. El brazo superior se gira hacia atrás en 180 grados y se coloca un yeso ortopédico en consistencia blanda sobre el modelo superior. Se eliminan los excesos.



- Registro de relación céntrica (RC): para la toma de RC, necesitaremos dos segmentos de cera Delar azul, uno de 4 grosores de espesor y otro de dos grosores de espesor. Además, necesitaremos los materiales para moldear y manipular la cera, como son el baño de agua, taza de goma con agua fría, bisturí, espátula y tijera.



El registro de RC se realiza con dos segmentos de cera, uno anterior y otro posterior. El anterior, de cuatro grosores de espesor, se extiende entre ambos puntos de contacto distales de los incisivos superiores; su extensión anterior dependerá del overjet del paciente. El segmento posterior, de dos grosores de espesor, cubre segundos premolares y primeros molares. En sentido transversal, no debe sobrepasar las caras vestibulares.



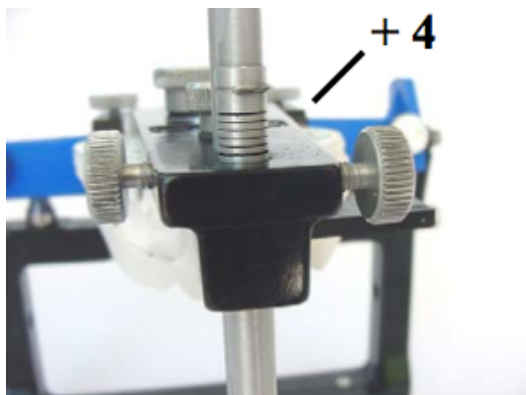
Realizaremos este registro con técnica céntrica de poder descrita por el Dr. Roth. Para esto, ubicamos al paciente con la espalda en 45 grados respecto al piso. Se coloca el segmento anterior de cera calentado hasta lograr la marca de los cuatro incisivos superiores. Con el segmento anterior en posición, guiamos la mandíbula aplicando el dedo pulgar sobre el mentón del paciente y los dedos medio e índice sobre los ángulos mandibulares. Debemos realizar una leve fuerza con el pulgar en dirección hacia abajo y atrás mientras con los dedos índice y medio empujamos los ángulos mandibulares hacia arriba para lograr que los incisivos inferiores hagan impronta en el segmento de cera hasta lograr una separación de 2 mm en los sectores posteriores. Se enfría el registro con aire y luego en tasa de goma con agua fría hasta lograr que esté completamente dura.



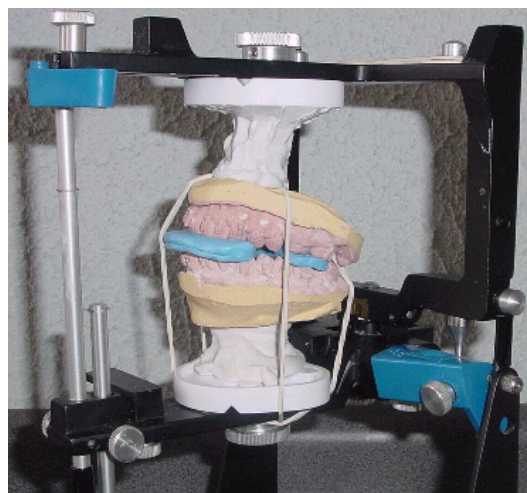
Obtenido el registro anterior, se plastifica el segmento posterior de cera el que se lleva sobre la superficie oclusal de los segundo premolares y primeros molares. Ubicado en posición, se vuelve a colocar el registro anterior (endurecido). Se manipula la mandíbula hasta que los incisivos inferiores encuentren las marcas en el segmento anterior de cera. Se pide al paciente que aprete suavemente. Esta fuerza ejercida sobre el segmento anterior duro es la que posicionará a los cóndilos en la posición deseada. Se mantiene la cera en posición mientras se enfría con jeringa triple y posteriormente se termina de enfriar en agua fría en la taza de goma. Posteriormente, se revisan los registros en los modelos buscando que no hayan interferencias. Se recortan los excesos de ser necesario. Con esta fase completada, procederemos al montaje del modelo inferior



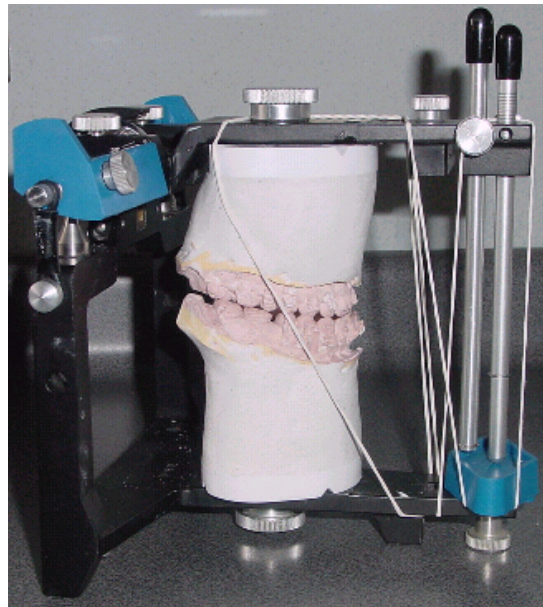
- Montaje modelo inferior: para este paso será necesario contar con el modelo superior ya articulado, los registros de cera Delar obtenidos en el paso anterior y la platina de montaje del sistema Panadent. El primer paso de montaje, consiste en fijar el pin incisal del articulador a una altura tal que permita compensar el grosor del registro de cera. Este es un ajuste individual para cada caso, pero en general ronda las 3 a 4 marcas por encima del “cero”.



A continuación es necesario preparar el sistema para el montaje. Se insertan los tornillos del articulador en la base de montaje y se rota el articulador en 180 grados hacia atrás, hasta dejar el plano oclusal del modelo superior paralelo al piso. Se colocan los registros de RC y el modelo inferior. Luego se prepara yeso ortopédico de consistencia cremosa. Se cierra el articulador teniendo cuidado en asegurar que el pin incisal toque la mesa incisal del articulador. En esta posición, se fija con bandas elásticas. Una vez fraguado el yeso, es necesario comprobar que al retirar las ceras de registro, el pin incisal vuelva a la posición "cero", de lo contrario será necesario repetir el montaje

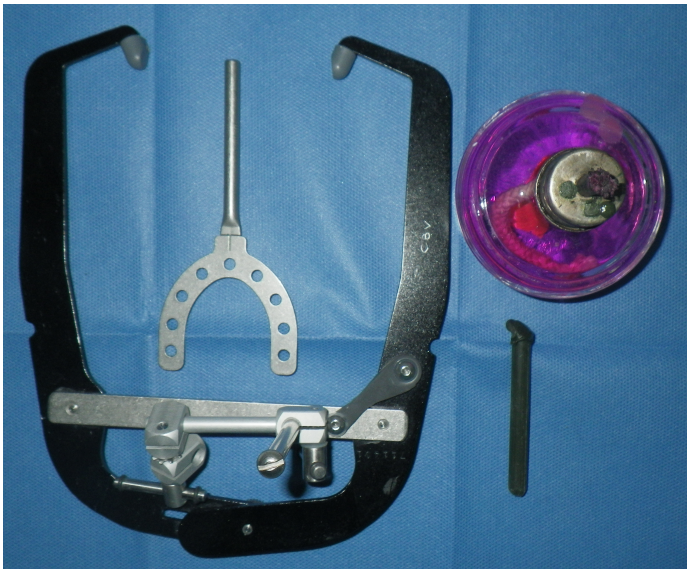


- El último paso del proceso, consiste en rellenar con yeso ortopédico el montaje y dejarlo en condiciones para la cirugía de modelos. Esto se logra con alisado primero manual y luego con lija de agua.

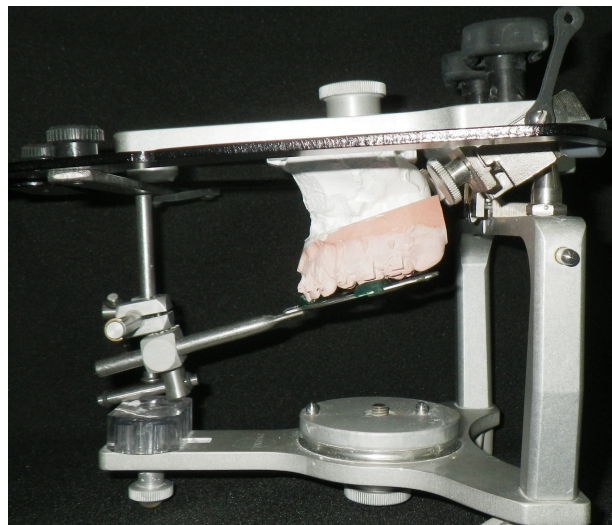
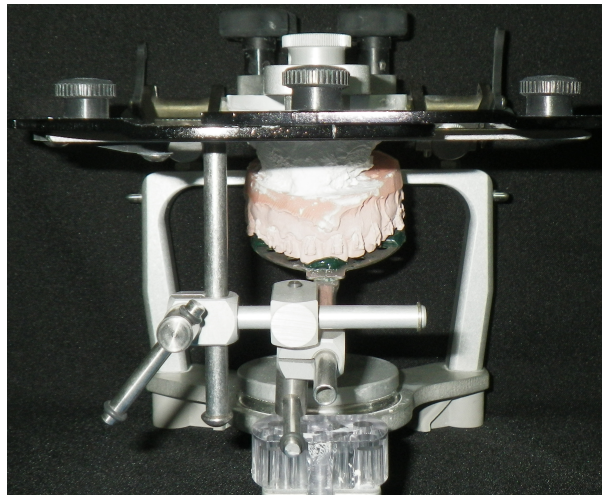


El articulador Whip –Mix, es también una opción muy confiable a ser utilizada en planificación para cirugía ortognática. Se caracteriza por su estabilidad y facilidad de trabajo. Al ser comparado con el sistema Panadent, podremos apreciar que presenta en la secuencia de montaje de modelos algunas diferencias, así como también muchas similitudes. El proceso de montaje de modelos en articulador Whip-Mix consta de los siguientes pasos y consideraciones.

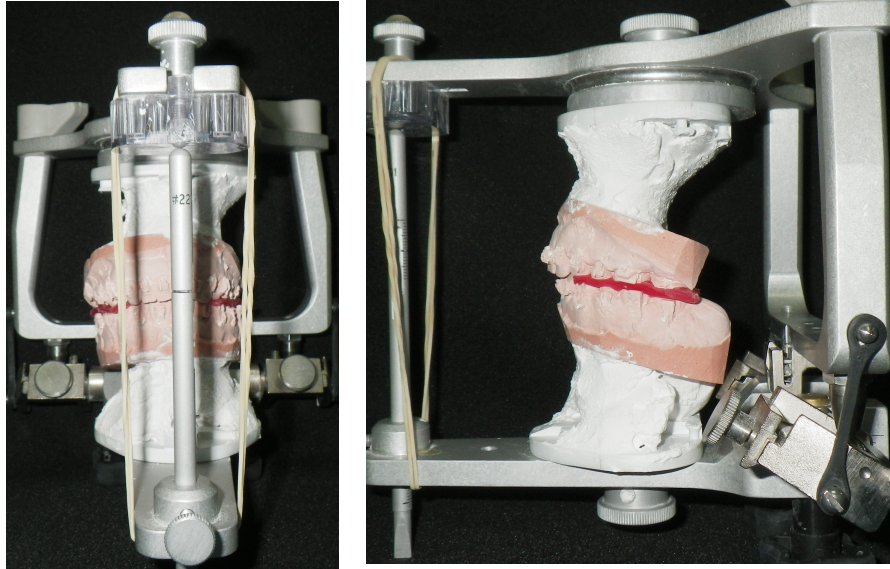
- Registro con arco facial: Al igual que en el caso anterior, es necesario contar con el arco facial propiamente dicho y un material de registro, que en nuestro caso es habitualmente compuesto de modelar. Los pasos para lograr las indentaciones son similares a las descritas anteriormente. La diferencia radica en que este sistema no ocupa un tronco de montaje desmontable como el sistema Panadent, además de ocupar nueces de apriete manual con comparación con el apriete con tornillo del sistema anterior. Al igual que como se describió con anterioridad, es necesario cerciorarse que los dientes no toquen la horquilla del arco facial, no existan básculas y que la línea media de la horquilla coincida con la línea media facial. Los vástagos que contienen las nueces de montaje, deben quedar en 90 grados respecto de la horquilla del arco facial.



- Montaje del modelo superior: a diferencia del montaje anterior, es necesario llevar todo el arco facial al articulador para el montaje. En este paso es necesario levantar por completo o retirar el pin incisal de modo que el brazo superior del articulador descansa sobre el brazo transversal del arco facial. Es necesario que las guía condilares laterales se ajusten a su posición correcta la que se encuentra marcada con las letras FB (face –bow). Además, es preciso liberar el seguro de RC que relaciona rama superior con el resto del articulador y las guía elásticas de RC en el sector lateral. Al realizar el montaje, es necesario procurar que la horquilla quede apoyada en las nueces sobre la platina incisal y no por los vástagos de apriete.



- Registro de RC : se realiza de forma similar a la descrita anteriormente.
- Montaje del modelo inferior: el articulador Whip-Mix, no cuenta con una platina de montaje, por lo que el montaje del modelo inferior se realiza con el articulador invertido, directamente sobre la superficie de trabajo. Los pasos de colocación del registro de RC, compensación del pin incisal y asegurado del modelo inferior montado, son similares a lo descrito anteriormente.



- Al igual que en la secuencia anterior, el proceso culmina con el relleno con yeso ortopédico del montaje, alisado y preparación para la cirugía de modelos.



Fig 5: modelos montados y preparados para cirugía de modelos.

4. Marcado del modelo:

Una vez que los modelos están secos , líneas de referencia horizontales y verticales son marcadas para registrar cada uno de los segmentos previo a la cirugía. Existen distintas técnicas de registro y dibujo de estas líneas, pudiendo dibujarse a nivel horizontal, una , dos o tres líneas de referencia, una de las cuales debe simular el nivel de la osteotomía. Éstas líneas de referencia horizontal son dibujadas paralelas a la base del articulador y la platina de montaje. Además, es necesario la confección de líneas de referencia verticales que serán utilizadas para evaluar el movimiento anteroposterior de nuestro modelo. Las zonas utilizadas serán las cúspides de los primeros molares, caninos e incisivos centrales, sin embrago y de acuerdo a la preferencia del cirujano, se pueden agregar otras líneas de referencia que simulen la posición de la espina nasal anterior, maxilar posterior, etc. Éstas líneas verticales deben ser paralelas entre sí y perpendiculares a las líneas de referencia horizontal.

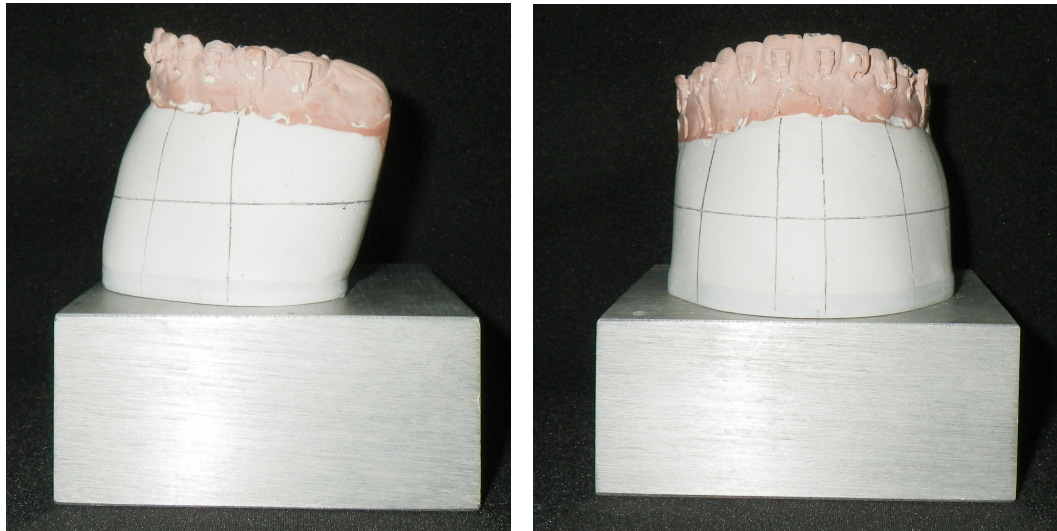
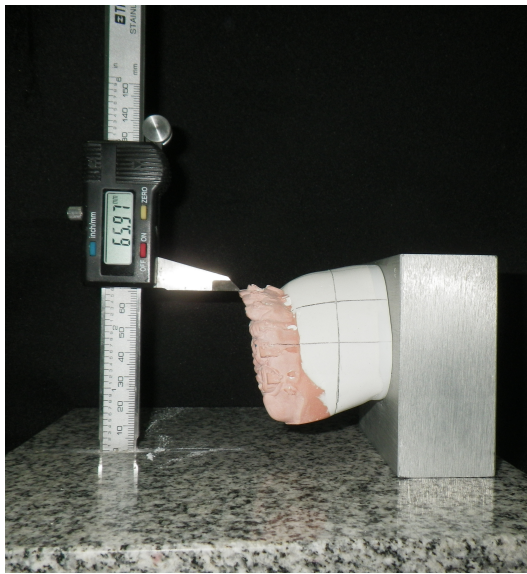


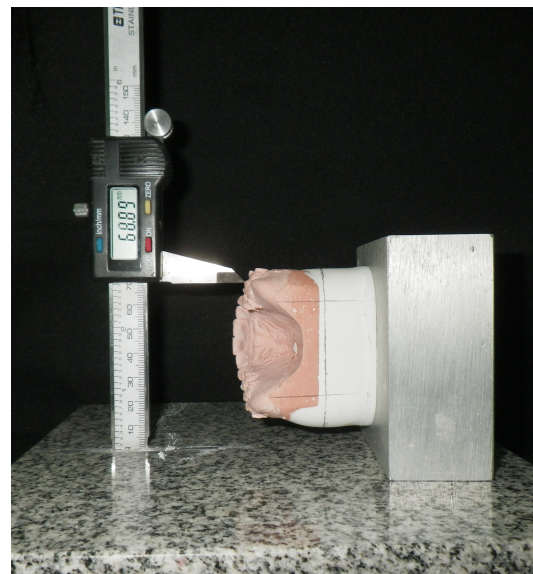
Fig. 6: modelos marcados para cirugía de modelos.

5. Medición del modelo:

Ya con los modelos montados, preparados y secos, se procede a las medidas de referencia. La platina de Erickson (Erickson Model Table, Great Lakes Orthodontics, New York). Permite medir el modelo de forma vertical, anteroposterior y transversal y tiene ventaja sobre la regla milimetrada debido a que elimina los errores de paralelismo. Junto con todo esto, es necesario contar con una hoja de trabajo en donde todas las mediciones sean registradas y que será usada para los valores previos así como los de los cambios obtenidos luego de la cirugía de modelos. Con las medidas obtenidas en la medición del modelo, es necesario sumar o restar la cantidad de movimiento necesaria de acuerdo a la planificación quirúrgica.



**Fig 7: medición modelo previo a cirugía de modelos con platina de Erickson.
Arriba izq: medidas sagitales.
Arriba der: medidas verticales.
Izquierda: medidas transversales**



6. Cirugía maxilar:

El rol primario de la cirugía de modelos consiste en replicar el correcto reposicionamiento maxilar según como fue determinado durante la evaluación clínica y cefalométrica. La nueva posición maxilar dictará el movimiento mandibular necesario para alcanzar una oclusión estable. Igualmente importante es el impacto en la estética facial general que causará la nueva posición mandibular en relación al maxilar reposicionado. Con los modelos adecuadamente marcados y medidos, el modelo maxilar es separado de su base con un corte sobre la línea de referencia horizontal y paralelo a la platina de montaje. El modelo debe ser recortado en esta porción lo suficiente para permitir un libre desplazamiento sobre el segmento que sostiene a la platina de montaje. Se lleva el modelo nuevamente sobre el model block. De acuerdo a lo planificado, se moviliza el modelo maxilar hasta lograr las medidas deseadas en sentido anteroposterior, vertical y transversal en donde se fija con cera. Una vez que el maxilar es reposicionado en su nueva posición y que las medidas son correctas de acuerdo a lo planificado, el modelo debe ser llevado nuevamente al articulador para evaluar y corregir la línea media si es necesario. Es importante en este paso, visualizar la cantidad y dirección del movimiento mandibular que será necesario para lograr la oclusión final planeada ya que puede ser necesario corregir o hacer pequeños ajustes para lograr un mejor movimiento de la mandíbula. Una vez que el maxilar se encuentra en su nueva posición planeada, el modelo es asegurado de forma definitiva con cera.

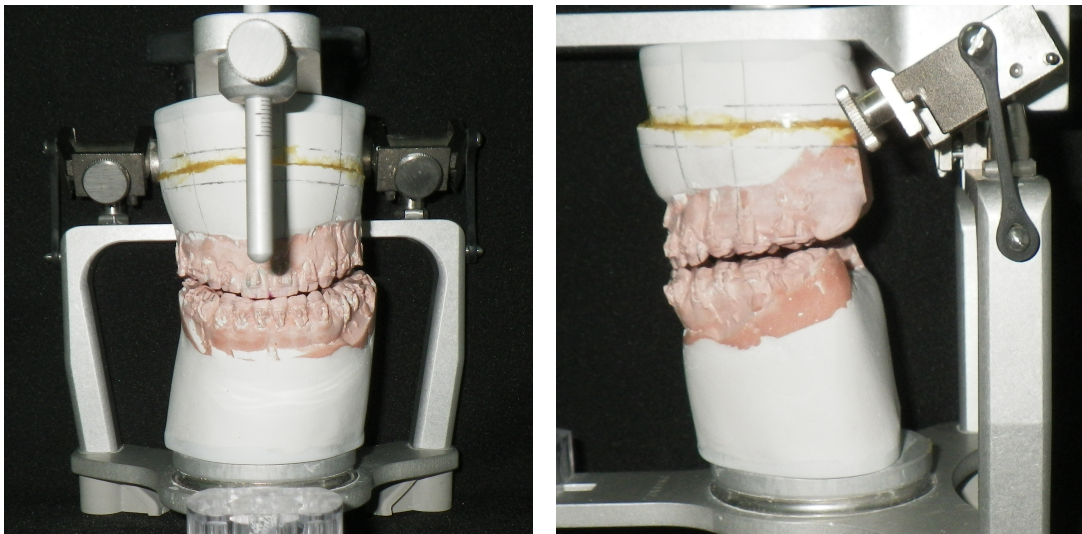


Fig 8: Cirugía modelo maxilar

7. Confección del splint intermedio:

Ya completada la cirugía maxilar, se fabrica un splint acrílico que será la guía para la reposición del maxilar en la cirugía. Es recomendable que este splint intermedio sea de un color diferente al splint final, por tal razón es que en este paso ocupamos acrílico de autocurado rosado. Para una descripción más detallada, consultar en capítulo de splints quirúrgicos a continuación.

8. Cirugía modelo mandibular y confección splint definitivo:

Con el maxilar reposicionado y el splint intermedio listo, se procede al corte del modelo mandibular a nivel de la línea horizontal previamente marcada en el yeso. Se lleva el segmento que contiene los dientes a la oclusión definitiva planificada previamente y se fija en esta nueva posición con cera. Se procede a medir y cuantificar la calidad, cantidad y dirección del movimiento mandibular obtenido.

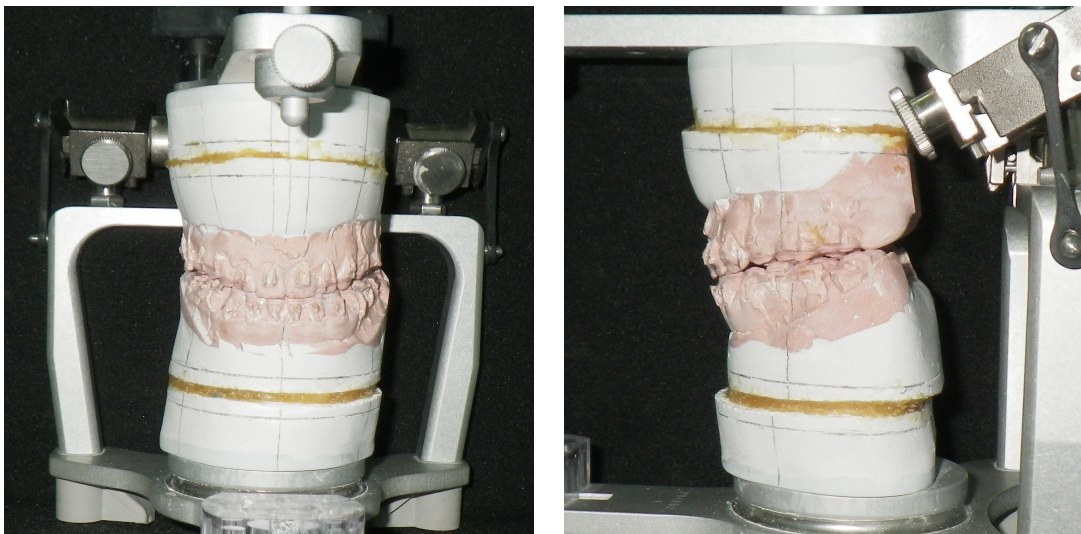


Fig 9: Cirugía Modelo Mandibular

Caso clínico.

Como ya se ha mencionado en el desarrollo de esta secuencia , la cirugía de modelos debe ser una representación exacta de la cirugía en el paciente. Por esta razón, las relaciones entre los modelos reposicionados, debe ser la misma que la relación que se dará entre las arcadas dentarias o los segmentos óseos vistos en el intraoperatorio. A continuación, se presenta a través de imágenes, algunas correlaciones entre el trabajo de modelos y su expresión en una cirugía realizada por el equipo de la Universidad de Valparaíso.

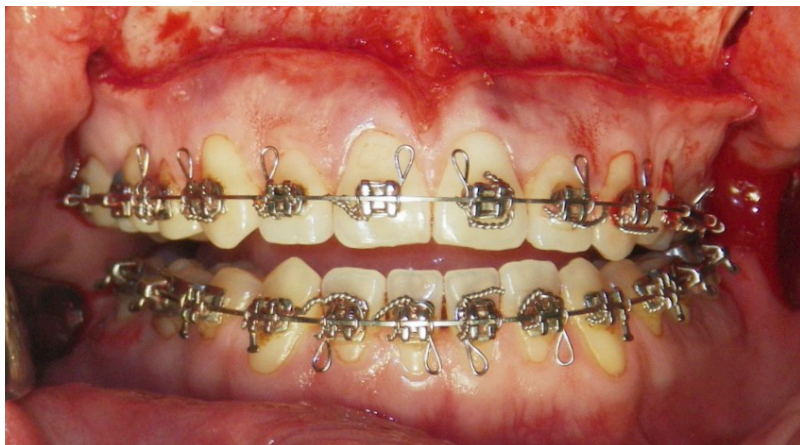


Fig 10: reposición Maxilar.
Nótese como la relación obtenida en los modelos es idéntica a la obtenida en la cirugía real.

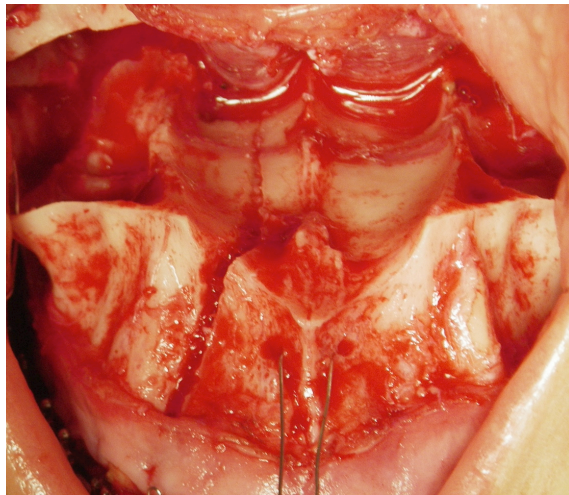


Fig 11: Segmentación Maxilar.
 Nótese la correlación en el maxilar del paciente para la segmentación planificada en el modelo.

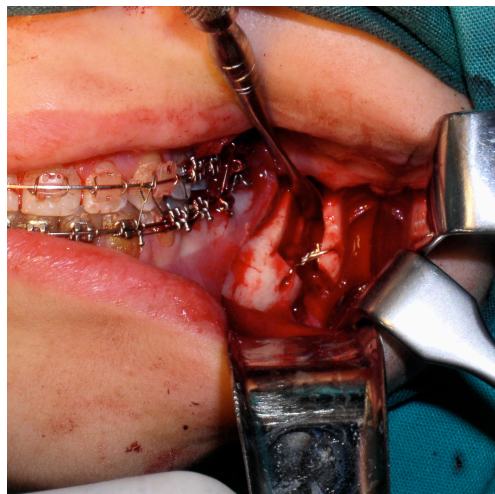
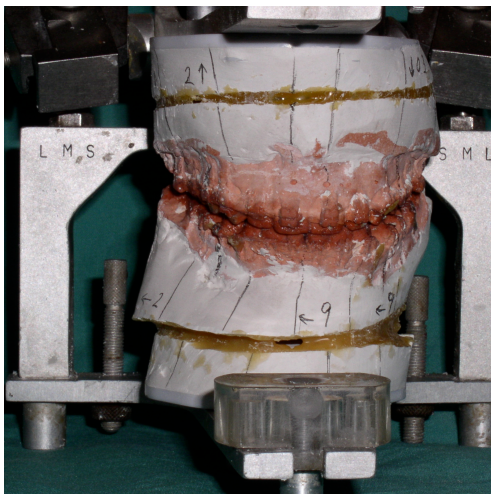


Fig 12: Cirugía Mandibular.
 Nótese que el desplazamiento del modelo es similar al gap creado por la osteotomía

Cirugía de Modelos para Cirugía Segmentaria.

La cirugía de modelos para osteotomías maxilares segmentarias, requiere pasos adicionales en el trabajo de laboratorio. El primer paso consiste en cortar modelos maxilares duplicados del paciente, con el objeto de evaluar cual es la mejor oclusión que se puede obtener. Este paso no constituye parte de la secuencia de cirugía de modelos propiamente tal, tan solo es una evaluación oclusal. Algo importante a tener en consideración, es que junto a la segmentación del modelo que es necesaria para obtener una correcta relación transversal interarcadas, es necesario evaluar en la radiografía panorámica, el espacio entre las raíces dentarias que nos permita realizar la segmentación. Un espacio interradicular de al menos 3 mm nos dará suficiente lugar para realizar la osteotomía. De no ser así, será necesario referir al paciente a su ortodoncista. Según la evaluación radiográfica y necesidad oclusal, se planifica la segmentación la que puede ser en dos, tres o cuatro segmentos, siendo lo más utilizado la segmentación en la línea media interincisiva, entre incisivo lateral y canino superior y entre canino y premolar superior.



Fig 13: evaluación previa de cirugía segmentaria.

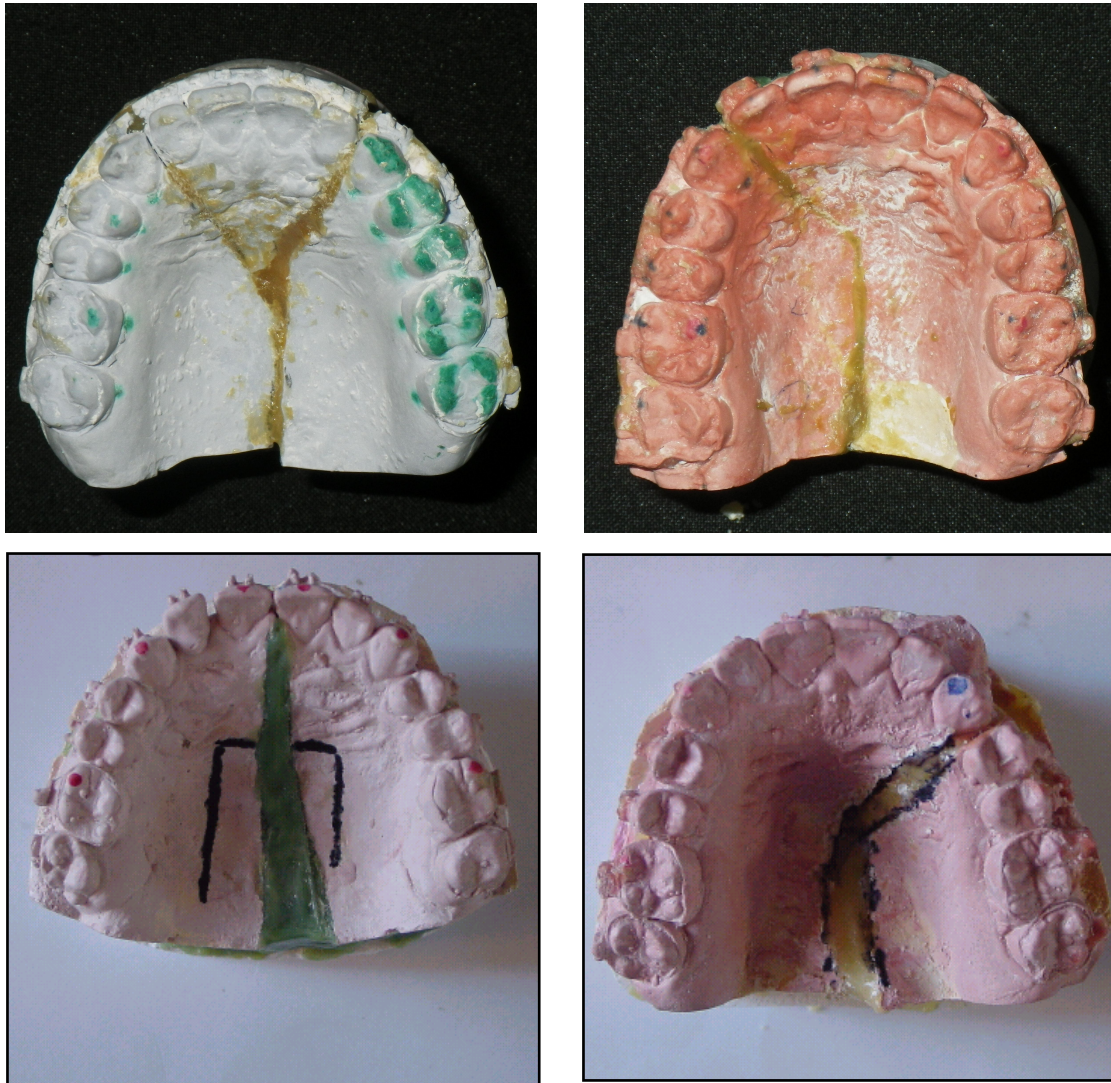
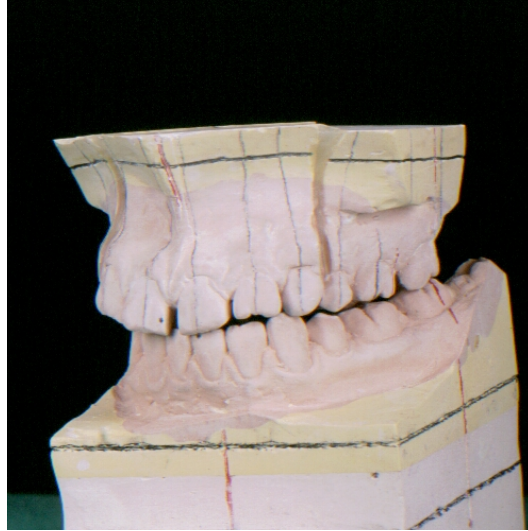


Fig 14: tipos de segmentación para cirugía de modelos

Completada la fase de evaluación de la relación transversal interarcadas, se continúa con la secuencia antes descrita. En cirugías segmentarias bimaxilares, el proceso de montaje de modelos en articulador es similar a la de los procedimientos sin segmentación. El modelo maxilar debe ser marcado, medido y cortado en sentido horizontal para separarlo de la platina de montaje. A continuación, el arco maxilar es separado en dos, tres o cuatro segmentos según lo planificado. Estos segmentos, son entonces colocados en relación al modelo mandibular para lograr la oclusión postoperatoria ideal.

Fig 15: modelo segmentado previo a reposición maxilar.



Es importante tener presente que durante el corte de los segmentos maxilares, se perderá una pequeña cantidad de yeso de los espacios interdentarios del modelo. Esta situación se puede minimizar cortando el modelo de manera tal que la sierra no pase por el punto de contacto dentario, realizando esa separación en base a la propiedad de fractura sacaroidea del yeso. Es necesario considerar que podría darse una situación intraoperatoria la cual requiera una pequeña ameloplastía interproximal. De todas maneras, es posible y permitido dejar un pequeño diastema interproximal de un ancho no mayor a la hoja de sierra. Una vez que los segmentos maxilares han sido posicionados idealmente, deben ser pegados con cera. Este será el punto de partida de la reposición maxilar; el maxilar es movido a la posición quirúrgica intermedia usando el model block y las medidas previas, de manera similar a lo descrito anteriormente. Una vez completada y revisada la cirugía maxilar, la cirugía mandibular se realiza de la forma convencional. De la misma manera, los splints quirúrgicos son construidos según la descripción que se dará en el capítulo correspondiente; sin embargo, con el objetivo de mantener las dimensiones transversales obtenidas en la cirugía maxilar, el splint debe ser mantenido en posición en el postoperatorio. Nuestra recomendación es que este proceso sea por un tiempo no menor a 8 semanas postquirúrgico para permitir una correcta consolidación de los segmentos en su nueva posición.

Evaluación de los movimientos logrados.

La cirugía de modelos es la simulación tridimensional de la cirugía a realizar en el paciente. Junto con esto, tiene como finalidad entregar al cirujano los splints quirúrgicos que dictarán la reposición esquelética así como también permitir visualizar las distintas relaciones y desplazamientos que serán vistas en el acto quirúrgico.

Es por tanto fundamental evaluar la cantidad, dirección y calidad de los movimientos de los segmentos reposicionados.

Los movimientos en todos los sentidos del espacio (anteroposterior, vertical y transversal) son cuantificados y medidos con la platina de Erickson y comparados con las medidas pre quirúrgicas. Estas, al ser tomadas en relación a las cúspides de los dientes, nos mostraran el movimiento a nivel dentario.

Junto con esto, las líneas de referencia verticales y horizontales marcadas en la superficie del modelo de yeso, serán de utilidad para complementar las mediciones dentarias. Estas líneas en el yeso mostrarán el componente a nivel óseo del movimiento planeado. Esto es de suma importancia de cuantificar y por sobre todo entender previo a la cirugía. En casos de segmentaciones o en casos cuando hay planificadas rotaciones ya sea en sentido horario o antihorario, se puede producir una situación en la cual ambos movimientos (óseo y dentario) no sean coincidentes, lo que puede llevar a confusión. Una cirugía planeada para un avance maxilar de 5 mm , si está asociado a una rotación, puede significar que a nivel óseo avance 5 mm en la líneas de referencia, sin embargo el avance dentario puede ser menor. Frente a esta situación de discrepancia, siempre es necesario asegurarse que el avance sea el planificado a nivel dentario, ya que será la oclusión la que nos de la guía para la estabilidad final.

Errores en cirugía de Modelos

Ciertamente el resultado de nuestra cirugía ortognática será tan bueno y preciso como nuestra cirugía de modelos. Es de suma importancia entender que el proceso de diagnóstico y planificación quirúrgica del tratamiento de las anomalías dentofaciales , lleva implícito una serie de errores inherentes al proceso, así como también a los materiales (p.e. cantidad de expansión del yeso)los cuales se suman para producir una no concordancia entre lo planificado y el resultado obtenido. Los errores potenciales que se enfrentan al planificar una cirugía ortognática, se pueden resumir en : 1.- incorrecto montaje de los modelos en el articulador; 2.-errores en la colocación y transferencia de las líneas de referencia sobre los modelos; 3.- errores en la cuantificación del desplazamiento de los modelos. El aspecto más difícil de llevar a cabo en una cirugía de modelos es la reposición del modelo maxilar para una cirugía bimaxilar. Debido a que los splints quirúrgicos serán fabricados a partir del los modelos reposicionados, es importante que la cirugía de modelos sea realizada de forma precisa, ya que los errores serán traspasados al paciente. Sin embargo, dentro de los errores que mayor incidencia pueden tener en el resultado quirúrgico final, son aquellos que se dan entre la cirugía de modelos y su posterior traspaso a la cirugía en el paciente, especialmente al momento de elegir los puntos de referencia internos. Durante la cirugía , es posible comparar los cambios a nivel del primer molar maxilar y los caninos maxilares respecto de los cambios registrados en la cirugía. Wylie et al describió un método de transferir las líneas verticales de referencia en los caninos y molares desde el articulador al paciente durante la cirugía. Esto fue hecho con un instrumento especial que también permitía transferir las líneas horizontales sobre primer molar y canino. Como sea, este método no generó mucha aceptación y su aporte a la exactitud del resultado quirúrgico aún no ha sido documentado.

Existe evidencia en la literatura respecto a que el resultado de la cirugía, puede diferir de los resultados planificados a causa de la incorrecta transferencia de los puntos de referencia desde la cirugía de modelos a la operación. Esta falta de exactitud, se puede ver reflejada en la posición vertical y horizontal del maxilar, medida a nivel dentario. La elección de diferentes puntos de referencia dentro de la cirugía en comparación con aquellos obtenidos en la cirugía de modelos, puede dar lugar a errores en una diferente posición vertical, horizontal o a una diferente angulación del maxilar, todos los cuales se sumarán para dar lugar a una diferencia mucho mayor entre lo planificado y lo obtenido, especialmente en cirugías de avance maxilar. Es necesario recordar que el proceso de reposición del maxilar es esencial para un resultado adecuado tanto estético como funcional. De manera clásica en cirugía ortognática, la nueva posición sagital del maxilar estará dada por el splint intermedio fabricado con antelación a la cirugía; la nueva posición vertical del maxilar, será necesario de comprobar con mediciones intraoperatorias, ya sea en base a referencias internas como son la superficie del hueso maxilar o externas, por ejemplo el uso de pin frontal, canto interno del ojo, etc.

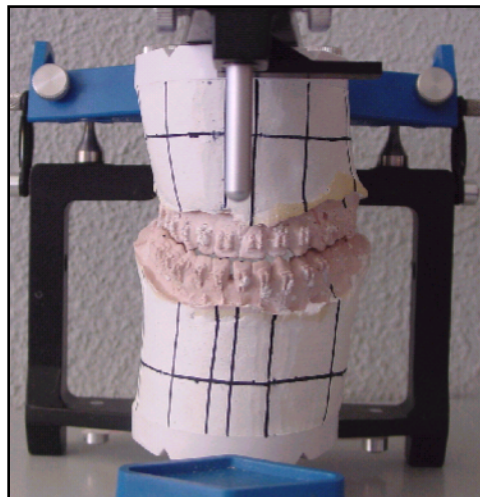
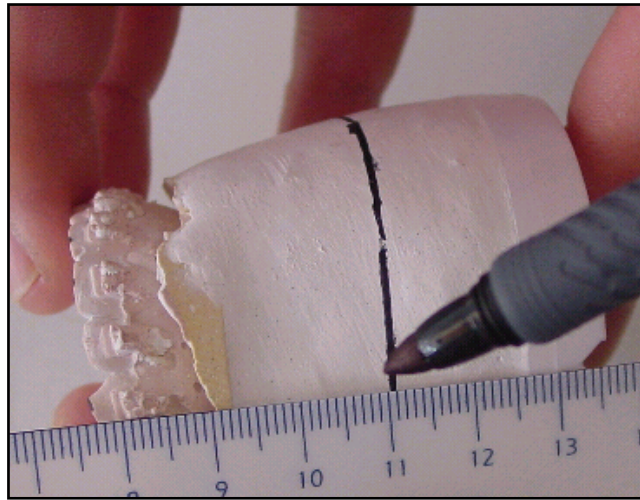
La recomendación para minimizar este tipo de errores es realizar perforaciones con una fresa, tanto en el modelo como en la cirugía en una posición reproducible tanto a nivel vertical como horizontal, aproximadamente 5 mm superior a la línea de la osteotomía en el eje dentario. El uso de estas perforaciones es relevante sólo para mediciones verticales del maxilar, ya que el movimiento horizontal es mejor cuantificado en base a una línea vertical en la superficie ósea del maxilar.

Cirugía modelos con técnica manual.

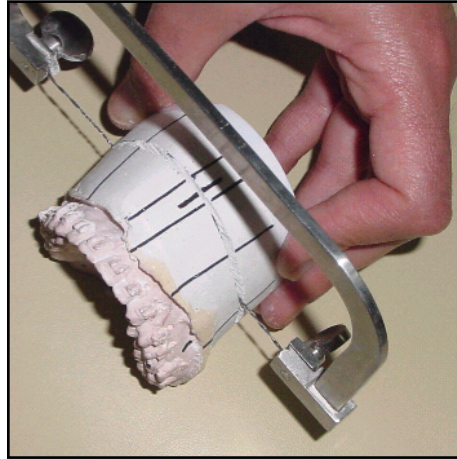
La técnica manual para cirugía de modelos es una alternativa al uso de la platina de Erickson. Tiene su principal ventaja en la simplicidad y el hecho de no necesitar de aparatos especiales, como es la misma platina. Su desventaja es su menor exactitud, principalmente frente a pacientes que requieren planificación de cirugías complejas.

La secuencia de trabajo es similar a la descrita anteriormente, con la diferencia que no se ocupa la platina de Erickson.

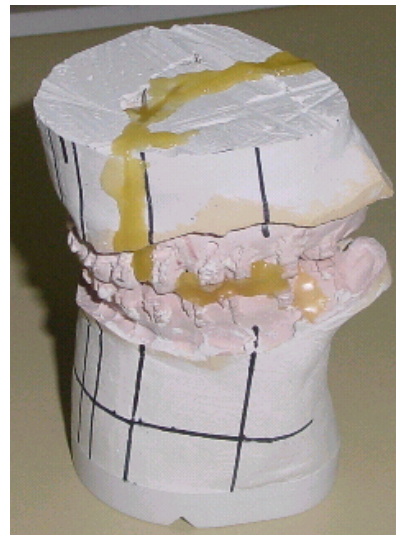
1. Es necesario contar con modelos montados en articulador semiajustable, los que deben estar listos para cirugía de modelos. El marcado de las líneas de referencia se realiza con el uso de una regla recta para las líneas verticales y una regla flexible para las líneas horizontales, ocupando los mismos puntos anatómicos sobre el modelo antes descrito.



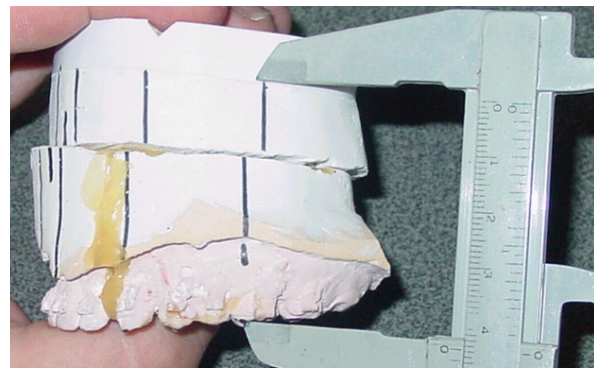
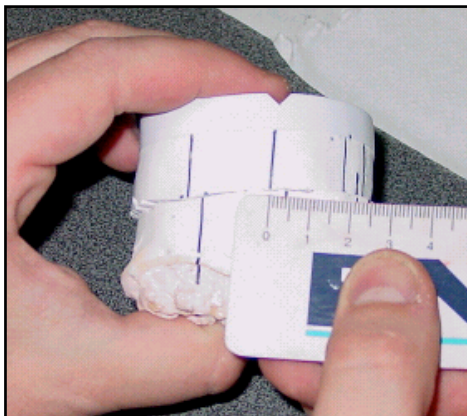
2. Una vez realizadas las líneas de referencia sobre el modelo, se procede a cortar con sierra sobre la línea de referencia horizontal, de manera de separar el segmento oclusal del segmento que contiene a la platina de montaje. Se realizan las segmentaciones necesarias de estar planificado



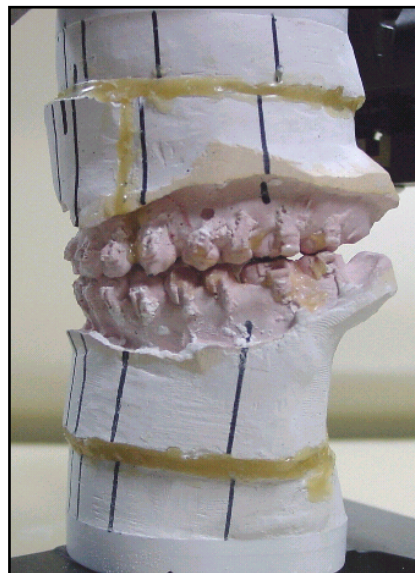
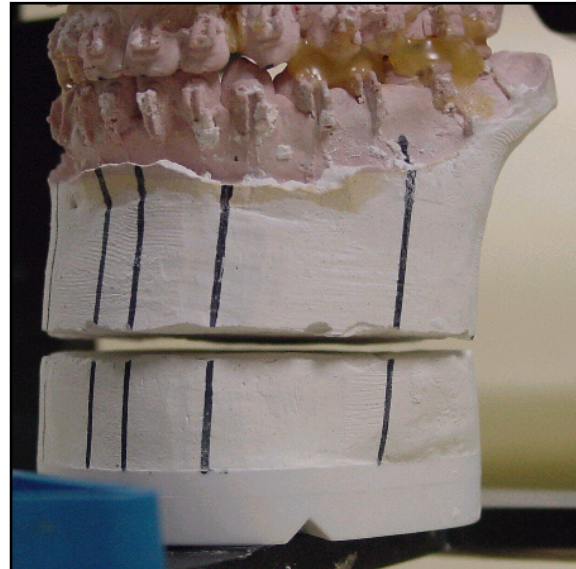
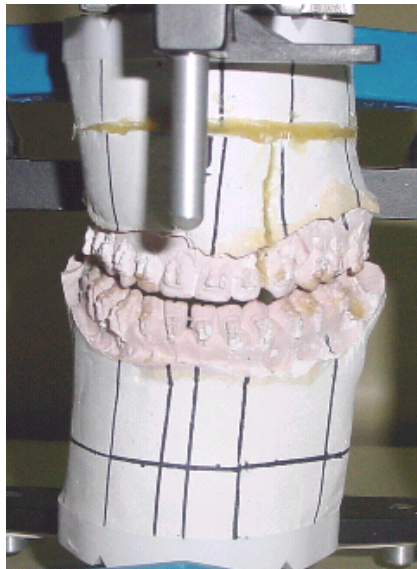
3. El modelo cortado (y segmentado de estar así planificado) se lleva a oclusión sobre el modelo mandibular sin operar. En esta nueva posición oclusal se fija con cera la segmentación de ser necesario. Una vez fijo se relaciona nuevamente con la base que contiene la platina de montaje. Éste será el punto de partida para realizar los movimientos planificados.



4. Los movimientos del modelo se realizan en los tres sentidos del espacio acorde a la planificación previa. Como guía, se utilizan las líneas de referencia del modelo. La magnitud de la reposición se cuantifica con regla flexible y pie de metro hasta lograr lo planificado , posición en donde se fija con cera.



5. El modelo superior reposicionado y fijo, se lleva nuevamente al articulador. En este paso, se verifica la nueva relación con la mandíbula, se evalúa la posición de la línea media y se hace una primera evaluación tentativa del movimiento que realizará la mandíbula. De estar todo acorde a lo planificado, se confecciona el splint intermedio. Luego de finalizado el splint intermedio, se procede a la cirugía mandibular, la cual se realiza de forma similar a lo descrito en la técnica con platina de Erickson. La confección del splint intermedio y definitivo, será realizada de forma similar a lo descrito en el capítulo de splints quirúrgicos.



Bibliografía

1. Anwar M, Harris M: Model surgery for orthognathic planning. Br. J. Oral Maxillofac Surg, 1990, 28, 393-397.
2. Ayala J, Gutiérrez G. Manual de montaje en articulador y registro de posición condilar. CCO Roth- Williams center, 2001, Santiago.
3. Bamber MA, Harris M: A validation of two orthognathic model surgery techniques. Journal of Orthodontics, Vol.28/2001/135-142.
4. Ellis E: accuracy of model surgery. Evaluation of an old technique and introduction of a new one. J. Oral. Maxillofac Surg 48: 1161-1167, 1990.
5. Fonseca R, Turvey T: Oral and Maxillofacial Surgery, Second Edition, Vol. III, Cap. 16 "Model Surgery"
6. Kahnberg KE, Sunzel B: Planning and control of vertical dimensions in LeFort I osteotomies. J Cranio Max-Fac Surg 1990:18:267-70.
7. Lockwood, H. A planning technique for segmental osteotomies. Br. J of Oral Surgery, 12, 102-105.
8. Nattestad A, Vedtofte P: Pitfalls in orthognathic model surgery. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 1994; 23:11-15.
9. Polido WD, Ellis E: An assessment of predictability of maxillary surgery. J Oral Maxillofac Surg 1990: 48: 697-701.
10. Pospisil OA: Reliability and feasibility of prediction tracing in orthognathic surgery. J Cranio Max-Fac Surg 1987:15: 79-84.
11. The Glasgow model surgery Technique.
12. Wylie GA, Epker BN: A technique to improve the accuracy of total maxillary surgery. Int. J Orthod Orthogn Surg 1988:3:143-7

SPLINTS QUIRÚRGICOS.

El tratamiento de maloclusiones severas y deformidades dentofaciales de origen esquelético, a menudo comprende un enfoque combinado ortodóncico- quirúrgico. La mayoría de los procedimientos ortognáticos que comprenden cirugías mono o bimaxilares, requieren splints oclusales para facilitar la eficiencia durante la cirugía, precisión y estabilidad de los maxilares.

Los splints quirúrgicos son usados en cirugía ortognática, como:

- A. Una guía intermedia para reposicionar la maxila movilizada en relación a la mandíbula sin operar.
- B. Una guía final que permite relacionar ambos maxilares reposicionados.
- C. Un elemento de ayuda para lograr la oclusión final planeada.
- D. Guía de propiocepción postquirúrgica.
- E. Contención de segmentos en cirugía maxilar segmentaria.

Los casos de cirugías bimaxilares, requieren un splint que relacione durante la fijación intermaxilar temporal al primer maxilar reposicionado con el otro maxilar aún sin operar (splint intermedio). Este splint, se transforma en la prescripción exacta para la reposición del maxilar movilizado para todas las dimensiones, excepto la vertical que será finalizada durante la cirugía con el uso de puntos de referencia esqueléticos. Además, es útil para estabilizar el maxilar mientras se fija en su nueva posición con la osteosíntesis. El splint final relaciona ambos huesos una vez que ya han sido los dos reposicionados.

El splint permite colocar los arcos dentarios en cualquier posición que haya sido planificada previamente. Esto ayuda a evitar las decisiones en el intraoperatorio, las que habitualmente se ven limitadas y dificultadas por problemas de acceso, especialmente en relación a los segmentos posteriores. Además es de utilidad cuando la oclusión postquirúrgica no es suficientemente estable para fijación intermaxilar, ya sea de forma temporal o más permanente.

Otra de las funciones descritas para el splint quirúrgico, se presenta en el periodo posterior a la cirugía. El splint puede ser fijado al maxilar, o de manera menos frecuente a la mandíbula, para proporcionar guía de propiocepción por un periodo incluso de 2 semanas. Con esto se ayudará al paciente a ocluir en la posición planificada ya sea con o sin la ayuda de elásticos ortodóncicos guía, contrarrestando el engrama propioceptivo prequirúrgico del paciente. Con esto se logra además mejorar las relaciones interoclusales para los últimos ajustes ortodóncicos postquirúrgicos.

El tiempo de uso postoperatorio, puede ser alargado según algunas condiciones especiales, como por ejemplo cuando se ha realizado una cirugía segmentaria maxilar, situación en la que el splint cumplirá una función fundamental en la contención y consolidación de los fragmentos segmentados. En nuestra sistemática, cuando se dan estos casos mantenemos el splint en boca al menos por 8 semanas luego de la cirugía.

Este tiempo de la planificación quirúrgica se entrelaza con el proceso de cirugía de modelos, por lo que es necesario contar con dos sets de modelos montados en el articulador y cuyo montaje haya sido revisado y comprobado. Uno de estos sets de modelos funcionará como modelo de trabajo; el otro tendrá su utilidad como modelos de respaldo en caso que fuere necesario. De acuerdo a nuestra secuencia de planificación, se presentan los pasos para la construcción de splint quirúrgicos para cirugía ortognática.

Materiales y tipos de splints oclusales para cirugía ortognática.

Los splints pueden ser fabricados de acrílico ya sea de autocurado o de termocurado. Además, de forma excepcional, pueden ser fabricados en aleaciones de plata o cromo cobalto, en casos de pacientes con paladar fisurado.

En la literatura existen variados tipos diseños de splints propuestos para cirugía ortognática. Block y Hoffman (1987) sugieren el uso de broches con forma de bolita incorporados dentro del splint, logrando con esto que sea removible a la vez de proporcionar estabilidad. Sin embargo, posteriores revisiones, demostraron que este tipo de sistema proporcionaba poca estabilidad y por lo tanto no aportaba suficiente ventaja por sobre la clásica suspensión con alambres como para justificar el tiempo requerido para su diseño y construcción. En la fase postquirúrgica inmediata, con el uso de gel y colutorios en base a clorhexidina, la higiene oral no es un problema muy importante en relación al splint fijo sobre las arcadas dentarias. Ripley (1982) sugirió en uso de un splint de resina que es relativamente grueso e incómodo. Por el contrario, Telfer y Page (1990) sugirieron el uso de fibra de carbono para lograr reforzar el splint oclusal de manera de poder fabricarlo muy delgado. Harris y Reynold y Proffit y White, también han hecho énfasis y sugerido el uso de splints lo más delgado posible, incluso sugiriendo la utilización de un alambre en el borde del splint para proporcionar mayor resistencia.

Para cirugías bimaxilares, es práctica común construir tanto el splint intermedio como el final lo más delgado posible. La justificación para esto es que un articulador semiajustable, como el comúnmente utilizado en planificación de cirugía ortognática, no es capaz de reproducir el verdadero eje de rotación mandibular del paciente, por lo que el uso de splints gruesos, se asume introduce aun mayores discrepancias en la oclusión. Se postula que la separación de los dientes al momento de la fijación debe ser mantenida al mínimo, con el objeto de minimizar las discrepancias oclusales. El uso de un splint intermedio delgado, simula el movimiento de autorotación de los modelos articulados utilizados para su construcción.

Es esencial utilizar modelos recientes para la fabricación del splint; las impresiones deben ser tomadas al menos 2 semanas después luego de cualquier ajuste ortodóncicos que se realice con los arcos de estabilización final. Un splint mal fabricado o diseñado, puede ser perjudicial para el resultado aun en presencia de una técnica quirúrgica excepcional.

Proffit y White recomiendan, en aquellos pacientes cuyos arcos han sido nivelados previo a la cirugía, ocupar splints de un espesor entre los dientes de 1 a 2 mm, el

mínimo que sería necesario para prevenir que éste se quiebre durante su uso. Esta situación , puede ser resuelta con el uso de acrílico de alto impacto o alta resistencia. También ha sido sugerido, confeccionar el splint ligeramente más grueso en el sector posterior (< 2 mm), lo que permitiría algo de espacio para el asentamiento del cóndilo posterior a la cirugía.

Por todo lo anterior, es que tanto splint intermedio como splint definitivo, deben cumplir con requisitos mínimos, los que son:

1. Ser lo suficientemente angosto y delgado de modo que permita un buen confort al paciente pero manteniendo una resistencia adecuada para soportar la manipulación intraoperatoria y las cargas oclusales postquirúrgicas. En este sentido, el splint intermedio siempre será mas ancho que el definitivo.
2. Idealmente debe tener al menos un contacto dentario interoclusal, de modo de alterar lo menor posible la dimensión vertical oclusal.
3. Debe tener impronta dentaria adecuada, idealmente de todos los dientes de la arcada, o al menos un molar en el sector posterior.
4. No debe exceder en extensión al arco de ortodoncia del paciente, de lo contrario se corre el riesgo de arrancar los brackets al momento de la fijación intraoperatoria.
5. Debe estar libre de interferencias respecto de los aparatos de ortodoncia. Especial cuidado debe prestarse a las bandas y tubos molares los que generarán los mayores problemas en ente sentido.
6. Debe estar libre de básculas.
7. Debe representar de forma fidedigna los movimientos deseados y la oclusión postquirúrgica planificada.
8. El splint final debe tener perforaciones que permitan fijarlo al arco dentario de ser necesario



**Fig. 1: IZQ: splint intermedio
DER: splint final**

Confección de un splint quirúrgico.

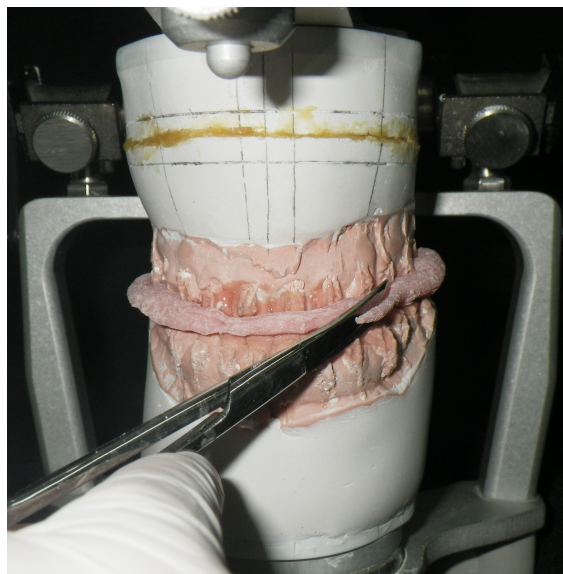
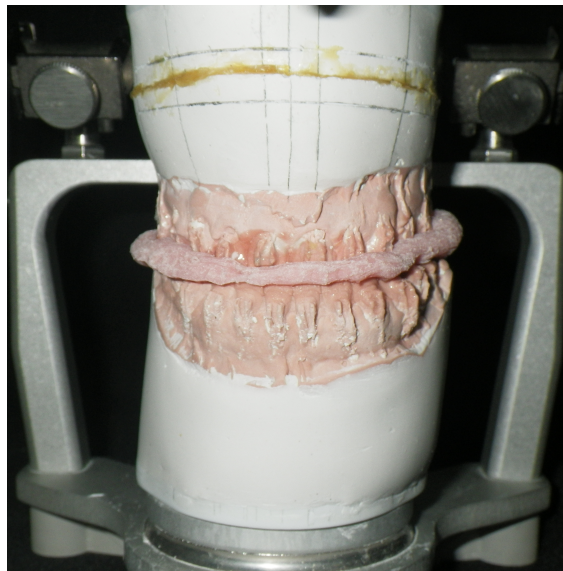
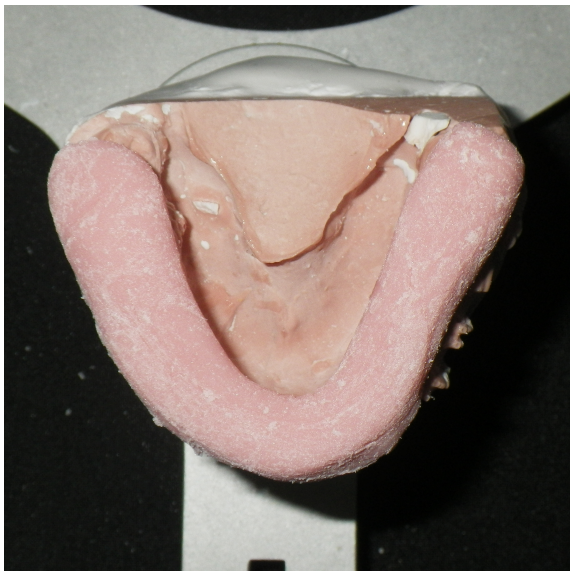
Existen una serie de pasos y consideraciones básicas al momento de fabricar un splint quirúrgico para cirugía ortognática, ya sea splint intermedio o definitivo. A continuación se exponen los pasos de fabricación seguidos en la secuencia de planificación para cirugía ortognática de la Universidad de Valparaíso.

1. El primer splint que se confecciona, es el splint intermedio. Para esto debemos contar con el primer modelo reposicionado y verificado en que los movimientos realizados sobre este modelo sean de la dirección y magnitud de acuerdo a lo planificado.
2. Este splint intermedio, será fabricado en acrílico convencional rosado. Necesitaremos , además de los modelos y el acrílico, un material que sirva de aislante, tijeras curvas, bandas elásticas , copela y espátula para preparar acrílico.

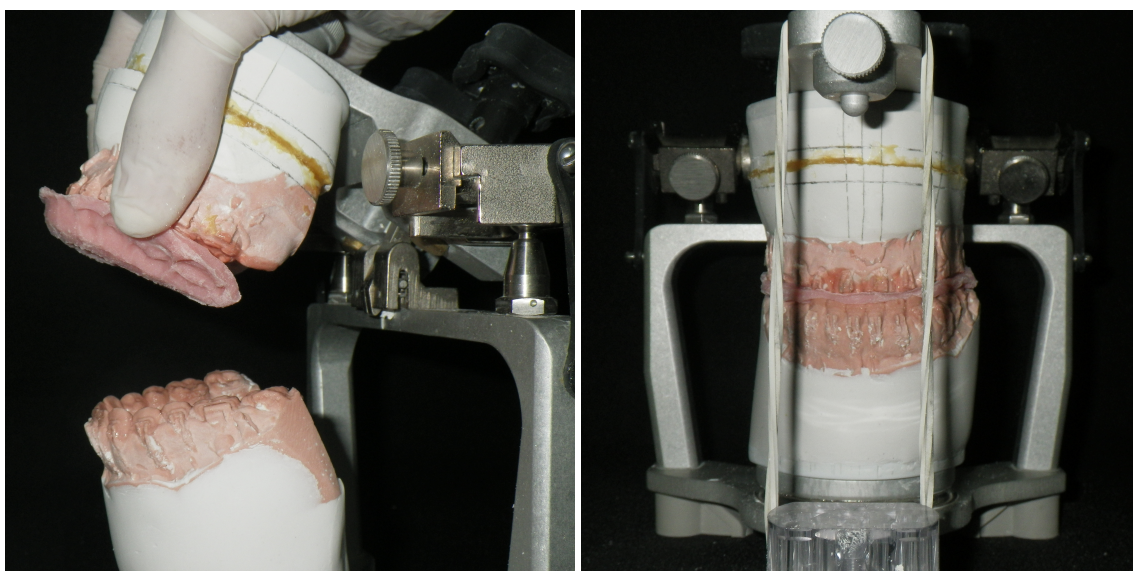


Fig 2: Materiales e instrumental necesario para confeccionar splint intermedio

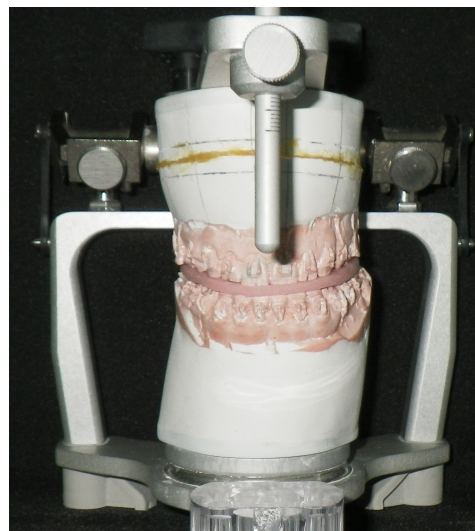
3. Es necesario preparar elacrílico hasta la consistencia adecuada para su manipulación, luego se moldea a una forma de rollo que se coloca sobre la superficie del modelo mandibular, la que previamente ha sido revestida con un agente que impida la adherencia delacrílico, como vaselina líquida o aislante paraacrílico. Los excesos más grandes pueden ser eliminados con una tijera curva mientras elacrílico aún está blando. El articulador, entonces es cerrado y envuelto con una banda elástica para evitar distorsiones durante la polimerización delacrílico.



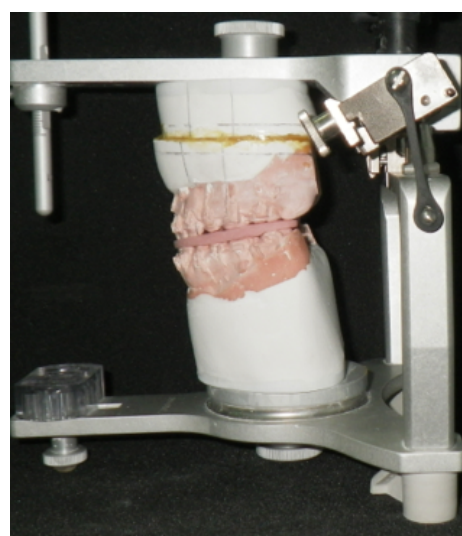
4. Cuando se ha logrado la eliminación de estos excesos más grandes, es necesario esperar la polimerización completa del acrílico. Durante la fase exotérmica de este proceso, es recomendable abrir y cerrar el articulador con el splint en posición, de modo de contrarrestar la contracción de polimerización y asegurar que el articulador abra y cierre sin interferencias con el splint en posición. Recomendamos que en esta fase sea el maxilar el primer modelo a separar y luego la mandíbula. Se deja polimerizar por completo antes de continuar con la siguiente fase, se recomienda esperar al menos 6 horas. Una vez polimerizado el acrílico y al momento de retirar el splint del articulador, es necesario soltar el modelo de la rama y sacarlo de forma vertical. Hacerlo siguiendo el arco de cierre el articulador produce un riesgo importante de quebrar los dientes del modelo, generando un problema que puede comprometer el éxito de la cirugía de modelos



5. En este momento el splint debe ser recortado y pulido. Es necesario eliminar todas las interferencias, así como también aristas que puedan dañar tanto al cirujano como al paciente. Es preciso lograr superficies lisas, redondeadas, libre de porosidades y rayas. Hay que poner énfasis en la extensión del splint, tanto en sentido vestibular (no debe superar el arco de ortodoncia) como palatino que no debe extenderse mucho más allá de las caras palatinas de los dientes superiores para dar cabida a la lengua ya que dificultará la colocación del splint y fijación intermaxilar. Para lograr todo esto, es necesario contar con una buena gama de pimpollos metálicos, piedras para desgastar acrílico, gomas de pulido, ruedas de fieltro. Una buena alternativa es recortar la extensión vestibular del splint en la recortadora de yeso, así como también usar lija de agua previo al pulido y brillo final.



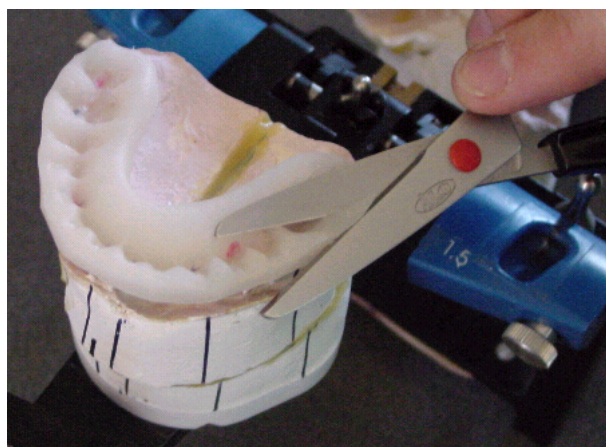
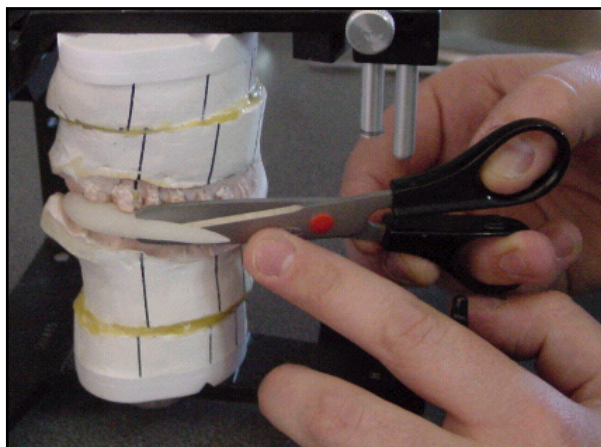
**Fig 3: splint intermedio
finalizado**



6. Evaluación del splint sobre los modelos de yeso y en el paciente, en donde debemos poner atención a que cumpla con todos los requisitos mencionados. A menudo, si el splint no calza bien en el modelo de yeso, es poco probable que sí lo haga en la boca del paciente. A pesar de que es posible pasar de forma directa desde este paso a la cirugía de modelos mandibular, recomendamos probar el splint en el articulador y boca del paciente; una vez aprobado y comprobado este paso, seguir adelante en la secuencia de cirugía de modelos.



7. Cirugía de modelo mandibular y confección del splint definitivo: una vez terminada la etapa con el splint intermedio, es posible pasar a este siguiente paso. La cirugía del modelo mandibular se realiza en la forma descrita previamente. En esta nueva relación del maxilar con la mandíbula, se confecciona el splint definitivo con un acrílico de color distinto al ocupado para el splint intermedio. En nuestro caso, utilizamos el acrílico para splint de Great Lakes Orthodontics, que proporciona un tiempo de trabajo mayor, así como también posee condiciones mecánicas y estéticas superiores al acrílico transparente convencional. El splint definitivo se fabrica siguiendo las misma secuencia y precauciones descritas para el splint intermedio.



8. Una vez que el acrílico ha polimerizado por completo, es necesario pulir y recortar el splint. El splint, siempre debe ser pensado y terminado de modo tal que permita dejarlo en boca luego de la cirugía, aún cuando esto no suceda. Por esta razón, hay que terminar el splint lo suficientemente angosto y delgado de modo que permita un buen confort al paciente pero manteniendo una resistencia adecuada para soportar la manipulación intraoperatoria y las cargas oclusales postquirúrgicas. En este sentido, especial atención debe procurarse en la superficie lingual mandibular del splint para permitir el posicionamiento correcto de la lengua así como también no interferir con el arco de cierre natural de la mandíbula en su nueva posición. Este paso es especialmente importante (eliminar las interferencias del splint) para permitir una relación céntrica postquirúrgica que sea reproducible. Hay que realizar perforaciones con una fresa sobre el contorno vestibular del splint, en al menos tres espacios interproximales equidistantes entre sí para permitir el paso de los alambres que lo fijaran en su posición sobre la arcada maxilar. Finalmente se procede al pulido final que debe dar un acabado fino con apariencia similar al vidrio. El splint debe ser puesto nuevamente en el articulador y ser examinado detalladamente. Éste debe asentarse pasivamente sobre ambas arcadas dentarias, sin básculas ni interferencias. Debe proporcionar al menos algo de cobertura oclusal a los sectores posteriores de modo de evitar la extrusión pasiva en caso que sea utilizado en el postquirúrgico. El articulador se debe poder abrir y cerrar libremente sin interferencias por parte del splint. Un splint suave, delgado y perfectamente adaptado al contorno dentario será más fácil de limpiar por parte del paciente y permitirá un habla más normal, además de proporcionar una guía apropiada para la nueva oclusión postquirúrgica.

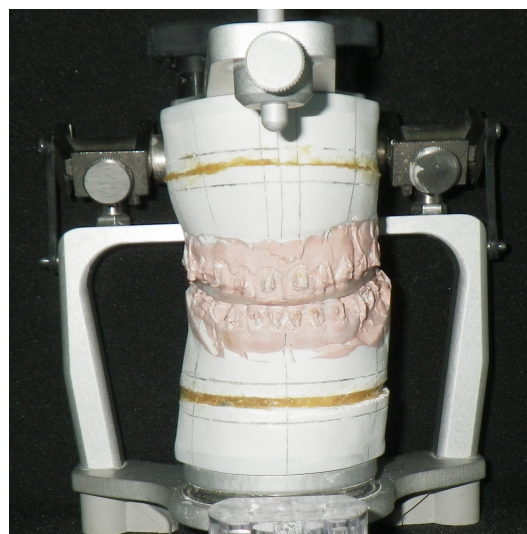


Fig 4: Splint final terminado

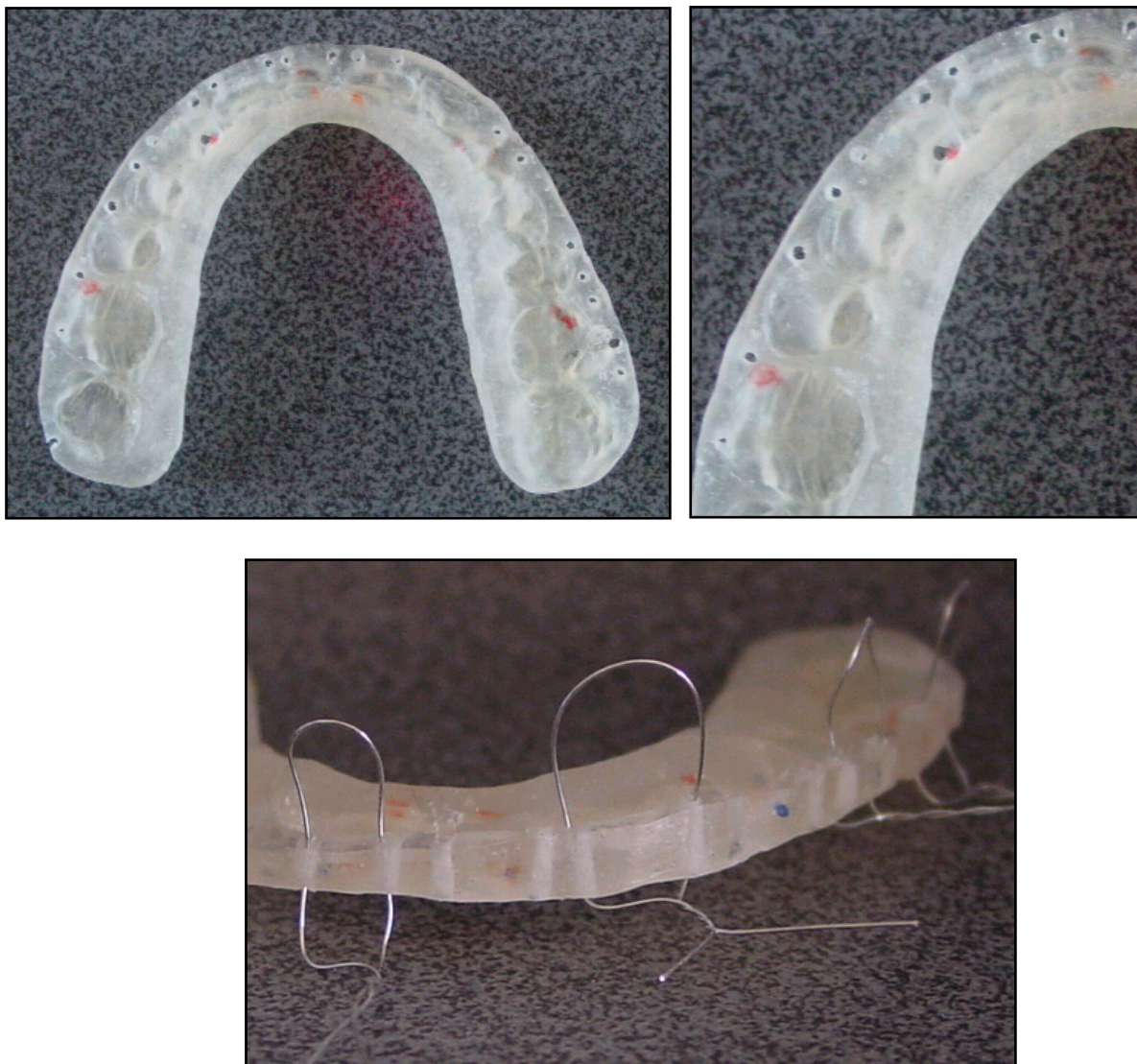
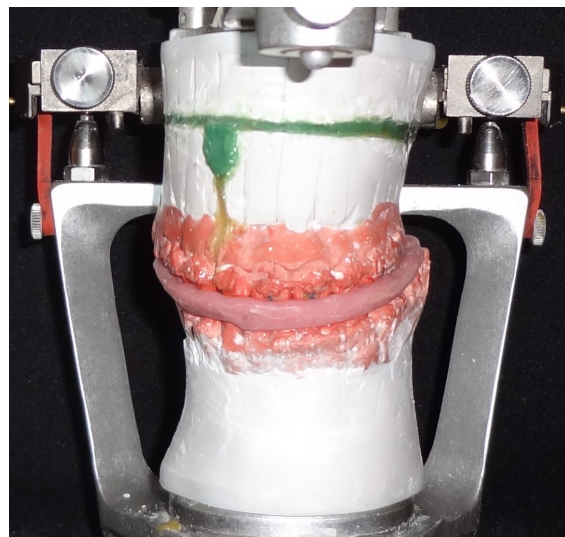


Fig 5: splint final con perforaciones y alambres para fijación sobre arco dentario

Diseños especiales en splints para cirugía ortognática.

En los casos de cirugías bimaxilares que implican la realización de osteotomías segmentarias en el maxilar, tanto la cirugía de modelos como la fabricación de los splints quirúrgicos, requieren trabajo adicional en el laboratorio, esto debido a la mayor complejidad que la planificación que este tipo de procedimiento requiere. Hay que recordar que la cirugía de modelos tendrá una variación en su secuencia cuando se trata de cirugías segmentarias. Sin perjuicio de lo anterior, es posible confeccionar los splints intermedio y definitivo de la misma manera clásica antes descrita, teniendo presente algunas consideraciones. Cuando realizamos splints quirúrgicos para cirugías segmentarias, habitualmente el splint intermedio será de mayores dimensiones si lo comparamos con un splint intermedio de una cirugía no segmentada. La razón para esto, es que al segmentar el maxilar, corregimos la relación transversal interarcadas, lo que en un principio se ve reflejado como una discrepancia mayor, antes de la corrección mandibular. Otra consideración importante, se produce cuando planificamos una segmentación maxilar, el splint definitivo debe llevar una pequeña extensión o “pestaña” en la cara vestibular y palatina de los sectores posteriores que sirva de contención de los segmentos movilizados. Esto es especialmente importante en expansiones maxilares, debido a que este movimiento es el que tiene mayor posibilidad de recidiva. Una vez terminado, en la prueba en boca del paciente, es necesario tener presente que el splint no calzará exactamente en el maxilar, debido a que el ancho transversal ha sido modificado por la cirugía de modelos. En estos casos es preciso tener muy claro en que lugar irá la segmentación durante la cirugía de modo de probar el splint primero en el sector que será modificado, luego en el resto de la arcada y asegurar que el splint cumpla con los requisitos descritos previamente en cada sector por separado.



Además de lo anterior, algunos autores postulan una variación en la técnica de fabricación para estos casos particulares.

Para esto, es necesario contar con dos sets de modelos actuales del paciente. El primer par de modelos es montado en el articulador semiajustable, utilizando el arco facial y registro de relación céntrica. El modelo maxilar debe ser “operado” de la misma forma como se describió previamente para los casos de cirugías segmentarias. Estas piezas son separadas y guardadas hasta la fabricación del splint definitivo, el que será realizado a continuación.

Un segundo set de modelos que será utilizado para la fabricación del splint definitivo, es cortado y segmentado de la forma clásica a nivel interdentario, ya sea en dos, tres o cuatro segmentos de acuerdo a lo planificado. Estos segmentos, son ahora posicionados en relación al modelo mandibular para lograr la oclusión postquirúrgica ideal. Una vez que estos segmentos han sido posicionados idealmente, deben ser fijados en su posición con cera y esta relación oclusal final, será montado en un oclisor. En este punto, el splint final se confecciona y pule de la manera antes descrita.

Una vez que el splint final esta completado y listo, es usado para reconstituir los segmentos maxilares obtenidos del corte del primer modelo. Los segmentos se ubican sobre el splint definitivo y son asegurados en esta nueva posición con cera. Desde este punto, ahora, el maxilar debe ser movilizada a su nueva posición.

La razón de realizar este proceso se debe a la necesidad de mantener la nueva relación transversal del maxilar, lo que se logra con el splint fabricado previamente. Para facilitar este proceso, el splint final es utilizado primero en el intraoperatorio y se mantiene en posición a través de toda la cirugía, lo que quiere decir que el splint intermedio será colocado sobre el splint definitivo en la fase de reposición maxilar. Este “splint dentro del splint” requiere que durante la fabricación, el splint final sea terminado primero y asegurado sobre el modelo maxilar previo a la construcción del splint intermedio, el que será fabricado sobre el splint definitivo. Es importante señalar que la parte del splint definitivo que quedará en contacto con el splint intermedio durante la fabricación, debe ser generosamente cubierta con un material aislante, con el objeto de prevenir que ambos acrílicos se peguen. Idealmente, el splint intermedio tendrá las improntas del lado mandibular del splint definitivo, lo que creará una unidad estable para posicionar el maxilar durante la cirugía.

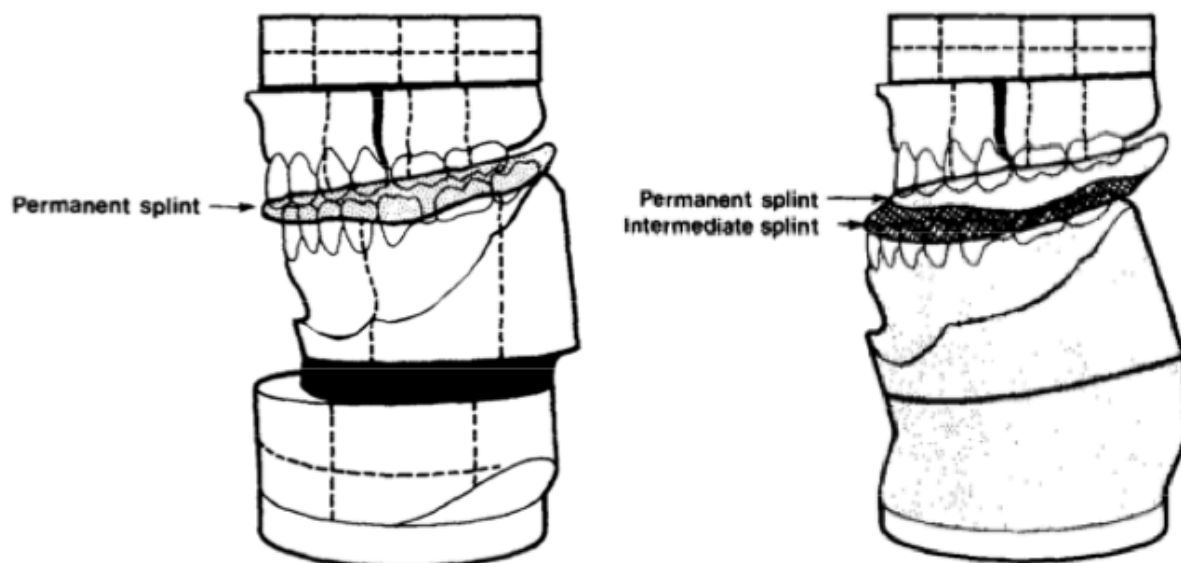


Fig 6: técnica de "splint dentro de splint"

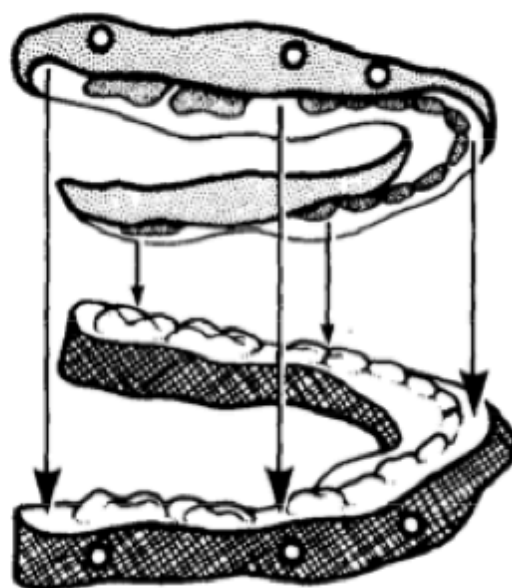
Arriba Izq: se operan ambos modelos y se confecciona el splint final.

Arriba Der: se coloca el modelo inferior sin operar y con el splint final el posición se confecciona splint intermedio.

Der: diagrama de interdigitación de ambos splints.

Tomado De

Ripley J, Steed D. A composite surgical splint for dual arch orthognathic surgery. J Oral Maxillofac Surg 40, 687-688, 1982.



Bibliografía

1. McCance AM, Moss JP, James DR. Le Fort I Maxillary osteotomy: Is it possible to accurately predict planned pre-operative movements. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1992; 30: 369-376.
2. Harris M, Reynolds IR. *Fundamentals of Orthognathic Surgery*. London: W B Saunders Company; 1991.
3. Bamber MA, Harris M. The role of the occlusal wafers in orthognathic surgery: a comparison of thick and thin intermediate osteotomy wafers. *J Cranio Max Fac Surg* 1995; 23: 369-400.
4. Proffit WR, White PR. *Surgical Orthodontic Treatment*. London, Toronto, Chicago: Mosby; 1991.
5. Bamber MA. Recording the facial midline for orthognathic surgery planning. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1995; 32: 112-114.
6. Cottrell DA, Wolford LM. Altered orthognathic surgical sequencing and modified approach to model surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1994; 52: 1010-1020.
7. Bamber MA, Abang Z, Harris, M, et al. The effect of posture and anaesthesia on occlusal relationship in orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1999; 57: 1164-1172.
8. Block MS, Hoffman D: A removable orthognathic surgical splint. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 45 1987, 195
9. Ripley JF: Composite surgical splint for dual arch orthognathic surgery. *J. Oral Maxillofac. Surg* 40, 1982, 687-689.
10. Telfer M.R, Page K.B: Carbon fiber reinforced osteotomy wafers. *Br. J.Oral Maxillofac. Surg.* 28, 1990, 210-211.
11. Fonseca R, Turvey T: *Oral and Maxillofacial Surgery, Second Edition, Vol. III, Cap. 16 "Model Surgery"*.

Secuencia alterada en cirugía de modelos

La cirugía ortognática bimaxilar a menudo está indicada para la corrección de una amplia gama de desarmonías maxilomandibulares. La forma tradicional de realizar las cirugías bimaxilares ha sido siempre reposicionar el maxilar primero, estabilizarlo y luego reposicionar la mandíbula. Sin embargo, la fijación interna rígida ha permitido un cambio en esta secuencia clásica en donde la mandíbula es reposicionada primero y estabilizada, a través de técnica sagital de rama mandibular, técnica de osteotomía en L invertida, técnica vertico –sagital, para luego continuar con luego la reposición maxilar.

Ambas secuencias de planificación pueden producir resultados similares cuando son adecuadamente planificadas y ejecutadas para la gran mayoría de casos de cirugía ortognática bimaxilar. Es en estos casos, en que no están presentes grandes alteraciones y anomalías la secuencia de planificación, por lo tanto va a estar mayoritariamente a favor del cirujano, proporcionando una alta probabilidad de resultados favorables. Sin embargo, existen algunos casos en los cuales pareciera ser que es mas apropiado y exacto realizar una secuencia en la cual la mandíbula es reposicionada y fijada primero.

La cirugía bimaxilar requiere que uno de los maxilares sea reposicionado y estabilizado primero para posteriormente reposicionar el otro. Por lo tanto si la mandíbula ha de ser reposicionada primero, es esencial que la osteotomía que se realice, permita la aplicación de fijación interna rígida. La osteotomía sagital de rama mandibular, es quizás la técnica mas utilizada para la reposición de la mandíbula y permite fácilmente la fijación. Los tornillos bicorticales, placas de osteosíntesis o ambos van a proveer fijación interna estable de la osteotomía. De todas maneras, si el cirujano quisiera optar por otra técnica de osteotomía mandibular, como sea la osteotomía vertical de rama o osteotomía en L invertida, se debe necesariamente aplicar fijación interna rígida, considerando para esto necesariamente el uso de un abordaje extraoral. Si esta fijación no está asegurada, entonces la secuencia quirúrgica o la osteotomía mandibular elegida deberán ser modificadas.

A continuación se exponen algunas situaciones clínicas en las cuales está indicada la reposición mandibular primero. Además se expone la técnica de cirugía de modelos para planificación quirúrgica.

Descenso Posterior del Maxilar

En toda situación en que uno planea reposicionar inferiormente el sector posterior del maxilar para disminuir el ángulo del plano oclusal, se debería considerar reposicionar la mandíbula primero.

Los casos en los cuales esta situación es más frecuente es en aquellos en que el ángulo del plano oclusal y el ángulo del plano mandibular es muy inclinado, como por ejemplo, pacientes con una altura facial posterior disminuida como consecuencia de una degeneración condilar, falta de crecimiento condilar y/o anquilosis.

Este tipo de pacientes presentan inclinaciones del plano oclusal y plano mandibular inusualmente altas, por lo que es prácticamente imposible lograr una posición anteroposterior del mentón adecuada sin nivelar el plano oclusal y mandibular. Para lograr este objetivo, usualmente es necesario que la dentición maxilar posterior sea reposicionada en una posición mas inferior.

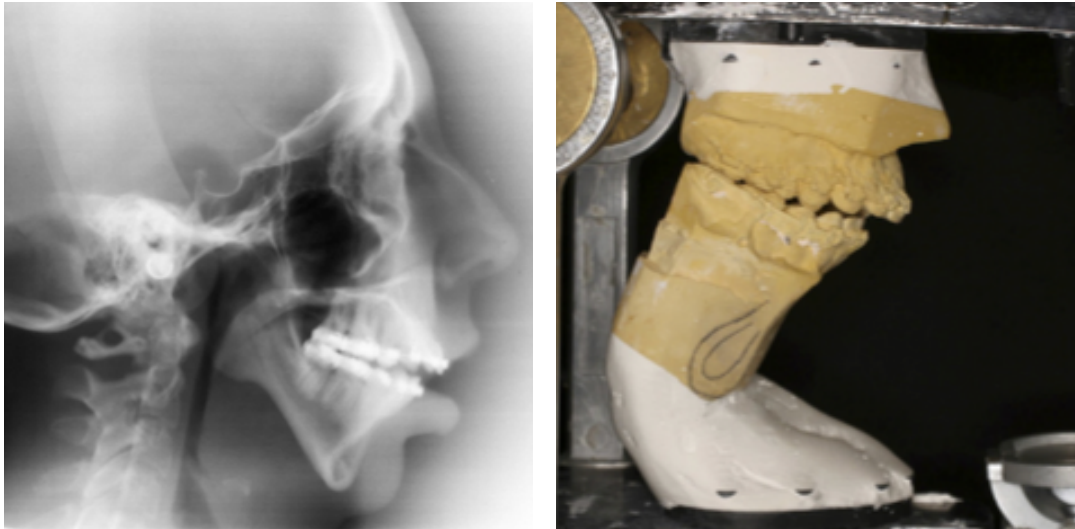


Fig 1: Paciente con plano oclusal y mandibular muy inclinados.
 Tomado de:
Perez D, Ellis III E. Sequencing bimaxillary surgery: mandible first. J Oral Maxillofac Surg 69, pag 2218, 2011.

Si se intentara reposicionar el maxilar primero en estos casos, el hacerlo va a crear una mordida abierta anterior en el intaroperatorio. Dependiendo de la cantidad de rotación antihoraria planificada para el maxilar, esta mordida abierta anterior puede ser de tamaño considerable. Unos pocos milímetros de descenso a nivel molar pueden causar varios milímetros de mordida abierta anterior, por lo que reposicionar el maxilar primero en estos casos puede causar dos problemas potenciales: primero, el splint que deberá ser fabricado tendrá que ser extremadamente grueso a nivel anterior, lo que va a dificultar su colocación y la realización de la fijación intermaxilar. Además de lo anterior, y quizás mas importante, es el hecho que al descender el sector posterior del maxilar, la mandíbula deberá también rotar , pero en sentido horario para permitir el movimiento maxilar. La rotación del cóndilo producida por este movimiento forzado de apertura, va a causar una translación anterior e inferior del cóndilo a lo largo de la eminencia articular. Debido a esta posición condilar alterada, la mandíbula ya no estará en la misma relación céntrica preoperatoria.

Ya que la mandíbula se utiliza para ayudar a la reposición del maxilar a través del splint intermedio, el maxilar, por tanto, no será ubicado en la posición planificada. Si se reposiciona la mandíbula primero, se producirá una mordida abierta posterior en el intraoperatorio. Esta es una situación mucho más fácil de resolver, una cirugía más sencilla de realizar y es posible mantener el cóndilo mandibular en la posición preoperatoria. Mas aún, la relación de los dientes anteriores será mucho mas favorable y la aplicación de la fijación intermaxilar se verá facilitada. Una vez que la osteotomía mandibular ha sido estabilizada, la mordida abierta posterior es fácilmente cerrada al realizar la cirugía de descenso maxilar.

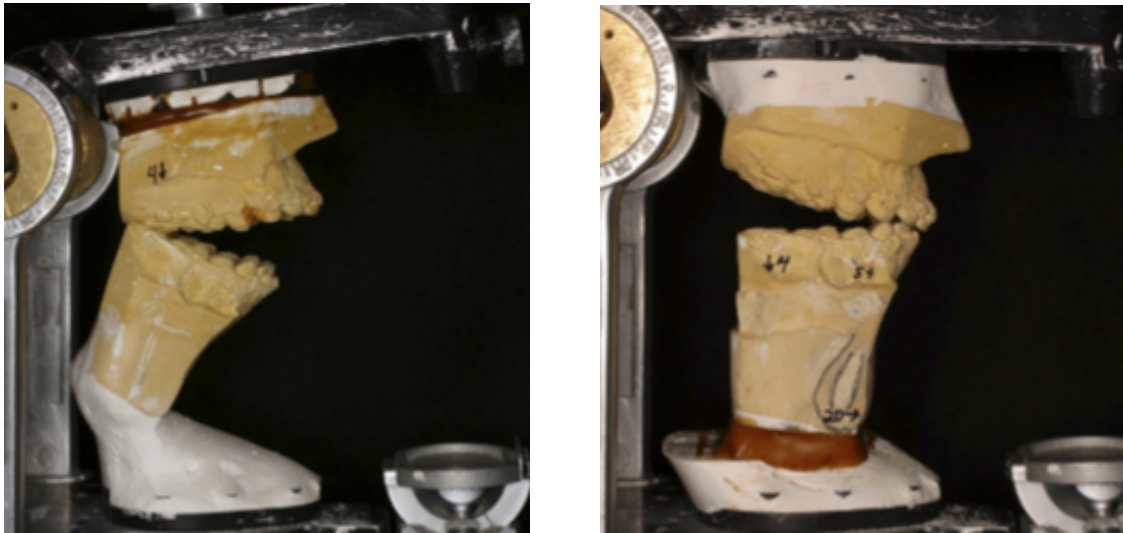


Fig 2 Izq: posición intermedia si se reposiciona el maxilar primero. Nótese la gran mordida abierta anterior.

Der: posición intermedia si la mandíbula se reposiciona primero. Nótese la mordida abierta posterior, situación más favorable.

Tomado de:

Perez D, Ellis III E. Sequencing bimaxillary surgery: mandible first. J Oral Maxillofac Surg 69, pag 2218, 2011.

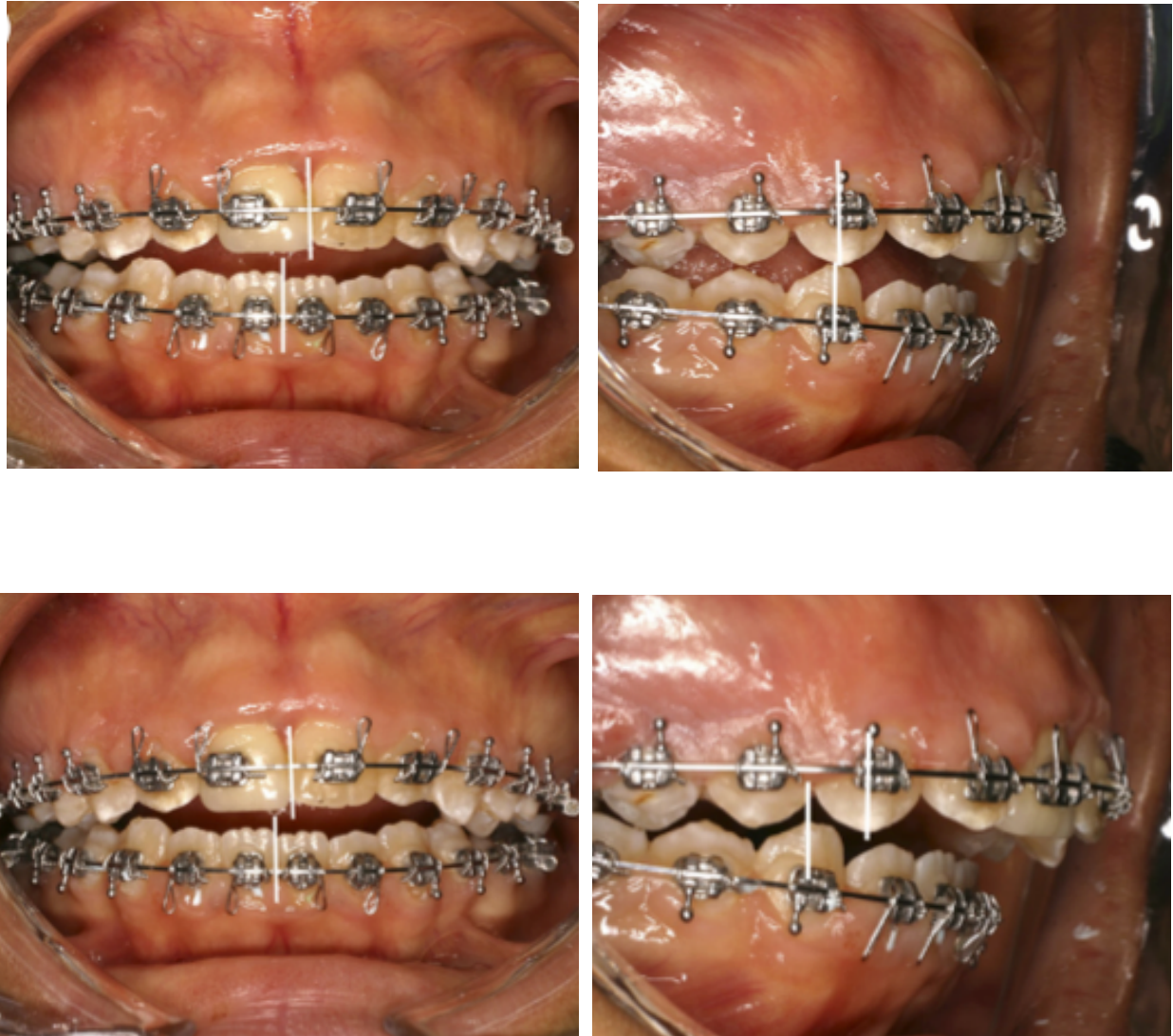
Cuando se duda del registro interoclusal.

La cirugía bimaxilar, requiere que los modelos del paciente se encuentren adecuadamente montados en un articulador. Para esto, se necesita un registro con arco facial para montar el modelo superior y un registro interoclusal (de mordida) adecuado para montaje del modelo inferior. El registro interoclusal, habitualmente se toma en relación céntrica, debido a que es una posición reproducible, además de ser la posición que tomarán los cóndilos mandibulares cuando el paciente esté bajo anestesia general en la cirugía. Cuando el maxilar va a ser reposicionado primero, el splint intermedio será fabricado entre el modelo maxilar reposicionado y el modelo mandibular sin operar. Si el registro interoclusal no es el correcto, el splint intermedio no será capaz de proporcionar una posición adecuada al maxilar durante la cirugía, debido a que la posición de la mandíbula durante la cirugía será diferente a la posición lograda en el articulador.

Por ejemplo, si un paciente tiene una desviación mandibular de 3 mm a la derecha y esto no fue detectado durante el registro interoclusal, cuando se monte el modelo inferior en el articulador, la línea media mandibular estará desviada 3 mm a la derecha de lo que en realidad se encuentra en relación céntrica. Durante la cirugía, la desviación funcional desaparecerá producto de la relajación muscular. La mandíbula, entonces va a asumir su posición de relación céntrica, lo que se traducirá en que se va a ubicar 3 mm a la izquierda de lo que se registró durante el montaje. Debido a que el splint intermedio fue hecho entre el modelo mandibular malposicionado y el modelo maxilar reposicionado, durante la cirugía cuando la mandíbula asuma su posición correcta, la línea media quedará 3 mm desviada de lo que fue planificado, generando un problema no menor, especialmente si no es detectado durante la cirugía.

Sin embargo, si uno decide operar primero la mandíbula, un registro interoclusal inexacto no tiene mayores consecuencias. La razón para esto es que aunque la mandíbula esté erróneamente montada en los mismo 3 mm antes ejemplificados, el splint intermedio va a relacionar el maxilar sin operar con la posición ideal planificada de la mandíbula, la que se obtuvo durante la cirugía de modelos. Los 3 mm de malposición en el modelo, no traerán ninguna consecuencia durante la cirugía real, ya que una vez que la osteotomía se ha realizado y se ha llevado al paciente a fijación intermaxilar, la mandíbula será correctamente reposicionada. Los cóndilos, simplemente se reposicionan en la cavidad glenoidea y los segmentos se fijan en esta nueva posición.

Lo anteriormente descrito, sugiere una precaución y detalle importante a considerar durante la cirugía. Cuando se decide operar primero el maxilar, y con esto permitir que la mandíbula sin operar ayude a reposicionar el maxilar, se debiera siempre revisar la mordida del paciente una vez intubado y compararla con los modelos articulados, de modo de asegurarse que la relación interoclusal es la correcta. Si no es así, es decir la relación no es la correcta, entonces no es posible ocupar la mandíbula para reposicionar el maxilar.



**Fig 3 Arriba: registro oclusal previo a la cirugía.
Abajo: registro interoclusal en el intraoperatorio. Nótese que la
discrepancia de las líneas medias es menor y el overjet, mayor.
Tomado de:
Perez D, Ellis III E. Sequencing bimaxillary surgery: mandible first. J Oral
Maxillofac Surg 69, pag 2218, 2011.**

Cuando la fijación intermaxilar en la posición intermedia será difícil.

La cirugía ortognática bimaxilar, requiere el uso de un splint intermedio y de fijación intermaxilar en el intraoperatorio para fijar el primer maxilar operado. Algunas configuraciones oclusales y movimientos quirúrgicos del primer hueso a ser movilizado, harán la aplicación de fijación intermaxilar muy difícil, por ejemplo en pacientes que necesitan un avance bimaxilar con relación esquelética de clase II. En estos casos, si el maxilar es avanzado primero, se producirá un overjet muy grande entre ambas arcadas. Esto traerá como consecuencia que los alambres (o cadena de poder en nuestro caso) para fijación intermaxilar solo se pueden colocar en las zonas donde hay dientes antagonistas. Esto limita el área de fijación sólo a la región molar y quizás premolar; por lo tanto se vuelve difícil mantener los dientes anteriores dentro del splint.

En estos casos, realizar la cirugía mandibular primero facilitará la aplicación de la fijación intermaxilar, ya que los dientes anteriores también podrán ser usados para este propósito.



**Fig 4: modelos montados para avance bimaxilar
Izq: si el maxilar se avanza primero se generará un gran overjet.
Der: si se avanza la mandíbula primero la FIM será más fácil.**

Tomado de:

Perez D, Ellis III E. Sequencing bimaxillary surgery: mandible first. J Oral Maxillofac Surg 69, pag 2218, 2011.

Cuando la fijación del Maxilar no puede ser rígida.

Cuando se reposiciona el maxilar primero en una cirugía ortognática bimaxilar, éste es fijado con placas en su nueva posición, previo a la osteotomía mandibular. Una vez que la mandíbula es cortada, se lleva a la oclusión final con el maxilar previamente operado, mediante fijación intermaxilar. Cuando se realizan grandes movimientos mandibulares, es posible que se requiera de una gran fuerza para sostener la mandíbula en su posición final, mientras se realiza la osteosíntesis. Si el hueso maxilar es muy delgado y frágil, los tornillos que sujetan las placas se pueden soltar y/o salir, creando un problema intraoperatorio debido a que todas las referencias a estructuras estables se pierden. Si se anticipa que una fuerza considerable deberá ser aplicada y mantenida durante la fijación intermaxilar antes de la osteosíntesis mandibular, entonces es prudente realizar la cirugía mandibular primero.

Al realizar cirugía en la ATM de forma concomitante.

Si las ATM no son estables y saludables, los resultados de la cirugía ortognática pueden ser no satisfactorios en relación a estética, estabilidad y dolor (4-8). También, ha sido demostrado que muchos pacientes candidatos a cirugía ortognática tienen asociados problemas discales que si no son corregidos pueden comprometer el resultado final y la predictibilidad a largo plazo de la cirugía ortognática. Es por estas razones que algunos cirujanos optan por realizar cirugía articular junto con la cirugía ortognática.

Cuando se realiza cirugía en la ATM al mismo tiempo que cirugía ortognática bimaxilar, uno se encuentra con 2 alternativas de secuencia a seguir. Sin embargo, no importa cual secuencia uno elija, la cirugía en la articulación debe realizarse previo a la osteotomía mandibular. La razón para esto es que la posición del cóndilo en la cavidad glenoidea será alterada por la cirugía articular. Si la cirugía mandibular fuera realizada previo a la cirugía articular, se podría presentar una maloclusión producto de una alteración en la posición del cóndilo. De forma similar, si uno realiza la cirugía articular, la reposición maxilar y luego la cirugía mandibular, el maxilar puede ser mal posicionado. La razón para esto es que la posición de los cóndilos se verá alterada luego de la cirugía articular y luego, cuando la mandíbula se ocupe para reposicionar el maxilar usando el splint intermedio, el maxilar se verá mal posicionado.

La primera secuencia que uno pudiera optar al realizar de forma simultánea cirugía sobre la articulación y cirugía ortognática bimaxilar, sería reposicionar primero el maxilar, luego realizar la cirugía en la articulación y luego la osteotomía mandibular. La segunda secuencia que se pudiera elegir, sería realizar primero la cirugía articular, luego realizar la osteotomía mandibular y luego realizar la reposición maxilar. Ambas secuencias deberían lograr un resultado similar.

Desventajas potenciales de realizar la cirugía mandibular primero.

Como en toda técnica quirúrgica, desventajas potenciales existen al realizar la cirugía mandibular primero. La más importante de ellas es que al realizar la cirugía mandibular primero, es requisito que la mandíbula sea estabilizada por medio de fijación interna rígida. Esta última situación no siempre es posible de lograr. Por ejemplo, un Split no favorable o un mal Split en la osteotomía sagital de rama, se puede traducir en una imposibilidad de realizar fijación interna rígida. Esto traerá como consecuencia el hecho que la mandíbula no podrá ser utilizada para reposicionar el maxilar; por lo tanto la osteotomía del maxilar deberá ser diferida. Cuando se planifica realizar una rotación en sentido horario del complejo maxilomandibular para cerrar una mordida abierta anterior, mediante una impactación del maxilar posterior o planifica un descenso del sector anterior maxilar para aumentar la exposición dentaria, realizar la cirugía mandibular primero puede ser más dificultoso debido a la mordida abierta anterior transitoria creada por la rotación horaria del plano oclusal. En esta situación, realizar la cirugía maxilar primero y permitir que la mandíbula autorrote hará la cirugía de modelos más fácil.

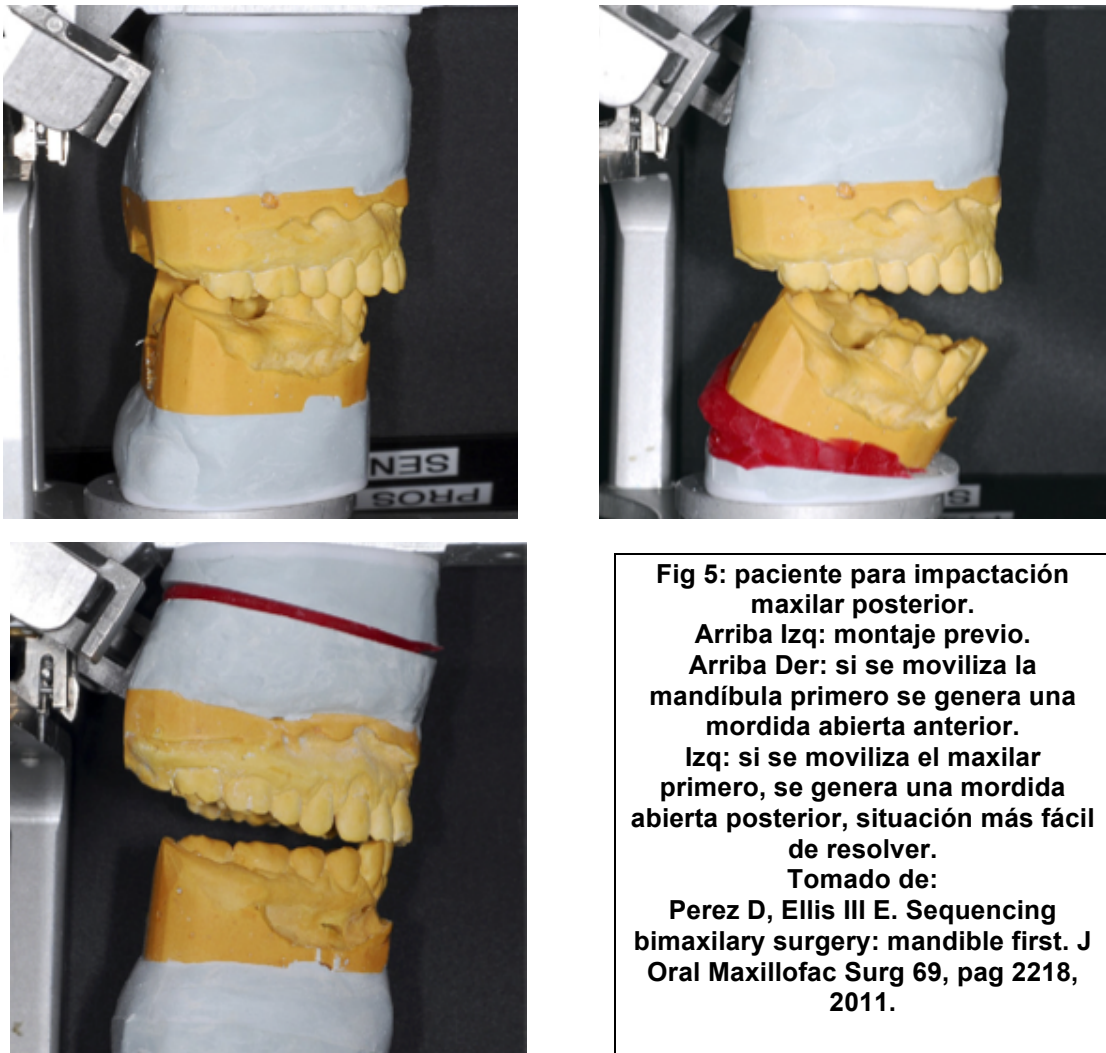


Fig 5: paciente para impactación maxilar posterior.
Arriba Izq: montaje previo.
Arriba Der: si se moviliza la mandíbula primero se genera una mordida abierta anterior.
Izq: si se moviliza el maxilar primero, se genera una mordida abierta posterior, situación más fácil de resolver.
Tomado de:
Perez D, Ellis III E. Sequencing bimaxillary surgery: mandible first. J Oral Maxillofac Surg 69, pag 2218, 2011.

Secuencia de planificación para cirugía de modelos.

Es importante recordar y entender que al alterar la secuencia quirúrgica tradicional reposicionando la mandíbula primero, también es necesario un enfoque diferente para la cirugía de modelos.

Existen varias técnicas disponibles para realizar cirugía de modelos y crear splints quirúrgicos para los casos en los cuales se va a realizar la cirugía mandibular primero en los casos de cirugía ortognática bimaxilares. Cada una de estas técnicas puede proporcionar resultados similares, es por esto que el cirujano debe optar por la que prefiera

Se presentan a continuación las secuencias alteradas de cirugía de modelos en casos de operar la mandíbula primero. Las técnicas descritas por Cottrell y Wolford (9) y Perez y Ellis III (10) son presentadas.

Según describen Cottrell y Wolford en 1994 (9) es necesario realizar previamente un riguroso trabajo ortognático que consiste en análisis clínico, análisis de modelos, análisis radiográfico, fotográfico, etc.

1. Es necesario contar con una teleradiografía lateral con propósitos cefalométricos , la que sea tomada en relación céntrica con los labios en reposo. Una vez obtenida la radiografía, es necesario realizar el análisis cefalométrico clásico.
2. Con la cefalometría, se realiza un VTO quirúrgico.
3. Se toman impresiones de forma clásica y se obtienen modelos de yeso los que son montados en articulador semiajustable usando registro con arco facial para el modelo superior y registro de relación céntrica para el modelo inferior.
4. Se realizan las marcas de las líneas de referencia sobre los modelos, en sentido horizontal. Se dibujan tres líneas horizontales sobre cada modelo. En la base mandibular, se dibujan las líneas con 5 mm de separación unas de otras a los 35, 40 y 45 mm de distancia del borde del incisivo central inferior para las mujeres y a 40,45 y 50 mm en caso que el paciente sea varón. En el modelo maxilar, las líneas son dibujadas a los 30, 35 y 40 mm sobre el borde incisal. Si el montaje no permite que las líneas sean dibujadas a estas distancias, estas se pueden colocar mas alto o bajo sobre el modelo, manteniendo los 5 mm de distancia entre ellas y anotando la distancia del incisivo a la que se encuentran. La altura de la línea central (35mm) en el modelo superior corresponde a la altura usual sobre la pared anterior del maxilar a la que usualmente se realiza la osteotomía, mientras que la línea central del modelo inferior (40 y 44 mm) corresponde a la altura normal del mentón. Una vez completadas las líneas horizontales, se dibujan líneas verticales de referencia, perpendicular a la base, generalmente en un numero entre 3 a 5 líneas. Además, se marca una

línea en la cara anterior de ambos modelos que representa la línea media. Todas estas líneas de referencia sirven para cuantificar el movimiento anteroposterior y transversales de la mandíbula en relación al maxilar y a la base del articulador.

5. Con la predicción quirúrgica obtenida en el VTO, se reposiciona la mandíbula de acuerdo a lo planificado. Se realiza el corte del modelo inferior en la línea de referencia horizontal de los 40 mm y se manipula el yeso para llevar el segmento cortado a la posición deseada, por lo tanto la base del modelo debe ser desgastada o añadida hasta lograr la posición predeterminada de la mandíbula. Los movimientos en sentido vertical son vistos y evaluados a nivel oclusal. Los movimientos en sentido anteroposterior son correlacionados a los dientes maxilares y en relación a puntos de referencia en el área del mentón. Una vez que el modelo mandibular se encuentra en la posición deseada, se fija en posición con cera y se realiza el splint intermedio.

6. La cirugía del modelo maxilar se realiza de la forma convencional, junto con el splint definitivo.

En el año 2011, Perez y Ellis III (10) describieron su secuencia de cirugía de modelos para este tipo de casos. Reconocen el aporte de los autores antes citados e introducen algunas consideraciones y modificaciones. Postulan que existen dos métodos para realizar una cirugía de modelos exitosa en casos en que la mandíbula será operada primero y que son similares a la forma tradicional de realizar cirugía de modelos clásica, excepto en la fabricación de los splints.

Técnica con sólo un set de modelos.

1. Registro con arco facial para montaje de modelo superior.
2. Registro interoclusal para montaje de modelo inferior.
3. Reposición en el articulador del modelo mandibular a la posición final planificada.
4. Fabricación del splint intermedio entre el modelo mandibular reposicionado y el modelo maxilar sin operar.
5. Modelo maxilar reposicionado a la oclusión final en relación al modelo mandibular. Segmentación si está planificada.
6. Fabricación del splint final entre ambos modelos reposicionados en su posición oclusal final.

Técnica con dos sets de modelos.

1. Registro con arco facial para montaje de modelo superior.
2. Registro interoclusal para montaje de modelo inferior.
3. Reposicionar en el articulador un modelo maxilar en la posición final. Segmentar de ser necesario.
4. Reposicionar en el articulador un modelo mandibular a oclusión con el modelo maxilar reposicionado.
5. Fabricación del splint intermedio entre el modelo maxilar sin operar y el modelo mandibular reposicionado.
6. Fabricación del splint definitivo, entre ambos modelos reposicionados y en su posición oclusal definitiva.

Es importante hacer notar que la segunda técnica descrita por Pérez y Ellis III, requiere dos sets de modelos articulados, un set que se corta y un set que no se corta. Disponer de un set de modelos articulados sin cortar, permite siempre tener disponible una relación para revisar la oclusión del paciente una vez que está bajo anestesia general. Además, la fabricación de los splints puede realizarse en cualquier orden, simplemente cambiando el modelo que se está ocupando en el articulador.

Bibliografia

1. Arnett GW,Tamborello JA: Progressive class II development: Female idiopathic condylar resorption. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2:699, 1990
2. BuckleyMJ,Tucker MR, Fredette SA: An alternate approach for staging simultaneous maxillary and mandibular osteotomies. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 2:75, 1987
3. Cottrell DA,Wolford LM: Altered orthognathic surgical sequencing and a modified approach to model surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 52:1010, 1994
4. Crawford JG,Stoelinga PJ,Blijdrop PA:Stability after reoperation for progressive condylar resorption after orthognathic surgery: Report of seven cases. *J Oral Maxillofac Surg* 52:460, 1994
5. DeClercq CA,Neyt LF,Mommaerts MY:Condylar resorption in orthognathic surgery: A retrospective study. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 9:233, 1994
6. Kerstens HC,Tuinzing DB,Golding RP,:Condylar atrophy and osteoarthritis after bimaxillary surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 69:274, 1990
7. Lindorf HH,Steinhauser EW:correction of jaw deformities involving simultaneous osteotomy of the mandible and maxilla. *J Maxillofac Surg.* 6:239, 1978.
8. Moore KG,Gooris PJ,Stoelinga PJ:The contributing role of condylar resorption in orthognathic surgery: A retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg* 49:448, 1991
9. PerezD,EllisIII E:Sequencing bimaxillary surgery: mandible first. *JOral Maxillofac Surg* 69:2217-2224, 2011.

Cirugía Ortognática Asistida por Computadora.

En los últimos años, con el avance de la tecnología, se han desarrollado nuevas formas de planificación preoperatoria. Una de estas nuevas alternativas es la cirugía virtual, o asistida por computadora, que es un proceso que integra el diseño asistido por computadora (computer aided design, CAD) y la manufactura asistida por computadora (computer aided manufacturing, CAM) y lo incorpora dentro del plan de tratamiento quirúrgico, proporcionando ciertas características especiales como son:

1. Visualización y análisis en tres dimensiones (3D) de los tejidos blandos y anatomía esquelética.
2. Realizar manipulaciones o cirugías virtuales para lograr relaciones esqueléticas ideales así como también de tejidos blandos.
3. Transferir el plan quirúrgico a los pacientes al momento de la cirugía.

Para esto, una tomografía computada convencional (TAC) es importada a un software especial, el que permite el análisis 3D de un defecto, deformidad o anomalía. Esta región anormal, puede ser alterada o corregida por medio de una imagen especular, segmentación e injerto para crear proporciones esqueléticas ideales. Usando el proceso de CAD/CAM un modelo de planificación, splint oclusal, guía quirúrgica o implantes customizados pueden ser construidos basados en la imagen virtual ideal, la que entonces es transferida a los pacientes. La cirugía asistida por computadora es particularmente útil para lograr óptima funcionalidad y resultados estéticos en pacientes con alteraciones complejas del territorio craneofacial.

Xia y Gateno describieron una simulación quirúrgica asistida por computadora (CASS) para ser usada en la planificación de tratamiento de deformidades craneofaciales complejas, cuya exactitud y utilidad ha sido corroborada en varias investigaciones recientes, lo que además la ha llevado a convertirse en lo último en planificación de cirugías ortognáticas bimaxilares.

Diversos softwares están disponibles en el mercado para planificación 3D y confección de splints quirúrgicos utilizando la tecnología CAD/CAM. La construcción de estos splints quirúrgicos ha introducido una nueva metodología de trabajo que es diferente a la planificación clínica convencional.

El paso de la planificación bidimensional (2D) a una 3D proporciona a los cirujanos y pacientes información extra que no puede ser obtenida sólo con la telerradiografía lateral. Además, modifica y elimina la secuencia de planificación habitual para una cirugía ortognática, debido a que ya no se necesita montaje en articulador, cortar y pegar los modelos en la cirugía de modelos y fabricar splints acrílicos; todo esto es realizado en el computador de manera virtual y los splints son construidos por la compañía de modelamiento. El programa computacional permite al cirujano interactuar con imágenes 3D, además, toda la información puede ser guardada y respaldada en archivos computacionales, lo que facilita el

manejo de la información. Junto con lo anterior, la información preoperatoria puede ser compartida con otros colegas en cualquier parte del mundo vía internet. A continuación presentaremos algunos aspectos básicos de la simulación quirúrgica asistida por computadora y confección de splints con sistema CAD/CAM.

Simulación quirúrgica asistida por computadora (CASS).

La cirugía virtual, generalmente consta de cuatro pasos o fases:

1. Fase de adquisición de datos: examen clínico, registro de mordida, mediciones antropométricas, examen radiográfico y TAC.
2. Fase de planificación: importación del TAC 3D a un software de planificación.
3. Fase quirúrgica: traspaso de la planificación virtual a los pacientes usando modelos estereolitográficos, guías quirúrgicas, splints quirúrgicos o navegación intraoperatoria.
4. Fase de evaluación: evaluación de la exactitud del traspaso del plan quirúrgico, utilizando TAC intraoperatorio o postquirúrgico.

El primer paso en el proceso de CASS es crear un modelo virtual compuesto del cráneo. Este paso es logrado con un jig de mordida que es usado para relacionar los modelos de yeso superior e inferior y para soportar un set de marcadores de referencia. Los marcadores o puntos de referencia, son utilizados para registrar los modelos dentales digitales y relacionarlos con el TAC 3D del cráneo. Luego que el jig de mordida es creado, un TAC del macizo craneofacial del paciente es obtenido, con éste mordiendo el jig. A continuación, es necesario crear modelos dentales digitales escaneando los modelos de yeso con un laser de superficie. Mediante el uso de los puntos de referencia, los modelos dentales digitales son integrados a los datos del TAC mediante un proceso de superposición. El resultado de esto es un modelo compuesto virtual del cráneo con una interpretación exacta de los huesos y los dientes. El segundo paso en CASS es cuantificar el grado de alteración o deformidad a través de análisis cefalométricos y medidas antropométricas virtuales. El tercer paso en el proceso es simular la cirugía en el computador, moviendo los segmentos óseos a la posición deseada. Usando el software, el maxilar y la mandíbula pueden ser reposicionadas en los tres sentidos del espacio, por lo tanto todas las alteraciones pueden ser adecuadamente corregidas en un ambiente virtual. El paso final es traspasar el plan virtual a los pacientes a través de splints quirúrgicos que son creados utilizando una técnica CAD/CAM especializada.

1. Fase de Adquisición de datos.

La adquisición de datos de forma precisa en planificación de cirugía ortognática es de vital importancia para lograr resultados clínicos óptimos. Un exhaustivo examen clínico con énfasis en la simetría facial, relación entre labio superior e incisivos,

altura de los dos tercios inferiores de la cara en relación a ancho bicigomático, ángulo nasolabial y proyección nasal, así como también información oclusal como es overjet, overbite, líneas medias maxilar y mandibular y su relación entre sí y con la línea media facial y del mentón debe ser llevado a cabo. Algunas medidas de la cefalometría convencional son útiles en la planificación del tratamiento, especialmente lo que se refiere a la angulación del plano oclusal, la relación entre altura facial posterior / longitud de la rama mandibular y ángulo interincisivo. Los datos que deben ser colectados para la planificación computacional incluyen los siguientes:

1. Mediciones antropométricas.
2. Registro de relación céntrica, el que debe ser tomado previo al TAC. Se sugiere el uso de silicona sobre un jig de mordida fabricado previamente.
3. Fotos clínicas digitales, las que deben ser obtenidas en posición natural de la cabeza.
4. Modelos de yeso superior e inferior. El modelo maxilar debe ser segmentado de ser necesario.
5. Registro de oclusión final logrado sobre los modelos de yeso.
6. Un sensor de orientación en posición natural de la cabeza, lo que permite generar un valor numérico para la inclinación, rotación o canteo que pueda encontrarse presente.
7. Un TAC tipo cone beam, en formato DICOM el que debe ser tomado con el



Fig 1

**Izq: registro de relación céntrica con jig y silicona.
Der: registro de orientación espacial en posición natural
de la cabeza.**

Tomado de:

**Gelesko S, Markiewicz M: Computer Aided Orthognathic
Surgery. Atlas Oral Maxillofacial Surg Clin N Am 20
(2012) 107-108.**

2. Fase de Planificación.

Una vez que se han obtenido los datos del TAC 3D y todos los registros clínicos han sido completados, toda la información antes obtenida debe ser enviada al ingeniero en software para el trabajo computacional. Dependiendo del software, será la ubicación a donde deberá enviarse la información, parte vía internet, parte vía correo tradicional. Algunas de las compañías actualmente ofreciendo estos servicios son, Medical Modeling Inc, Golden, CO, USA; Synthes, Paoli, PA, USA; Materialise, Leuven, Bélgica.

El ingeniero en computación, crea un modelo dental digital escaneando los modelos de yeso con un scanner laser de superficie, el que usa tecnología de adquisición de datos tridimensional para importar los puntos desde el modelo al software de planificación. Este paso es crucial para importar datos detallados de la oclusión y poder integrarlos al modelo digital del cráneo, creando un modelo de imagen virtual compuesto. El software, puede ser usado también con los tejidos blandos para capturar una imagen exacta de la cara del paciente en tres dimensiones.

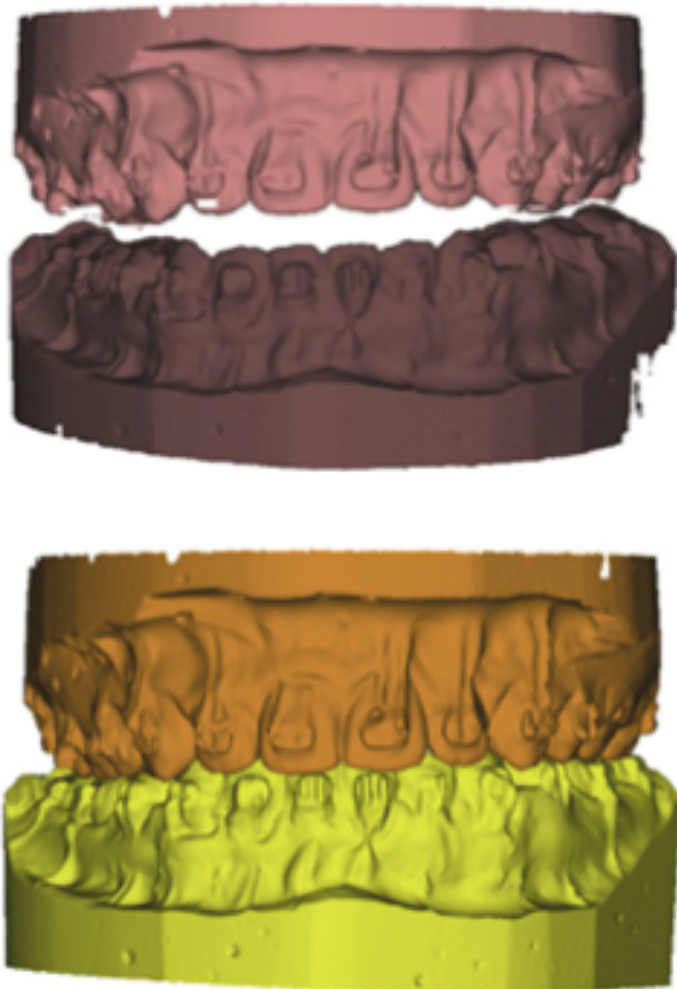


Fig 2: modelos virtuales de oclusión dentaria logrados con scanner láser de superficie.

Arriba: oclusión prequirúrgica.

Abajo: oclusión final.

**Tomado de:
Gelesko S, Markiewicz M:
Computer Aided
Orthognathic Surgery.
Atlas Oral Maxillofacial
Surg Clin N Am 20 (2012)
107-108.**

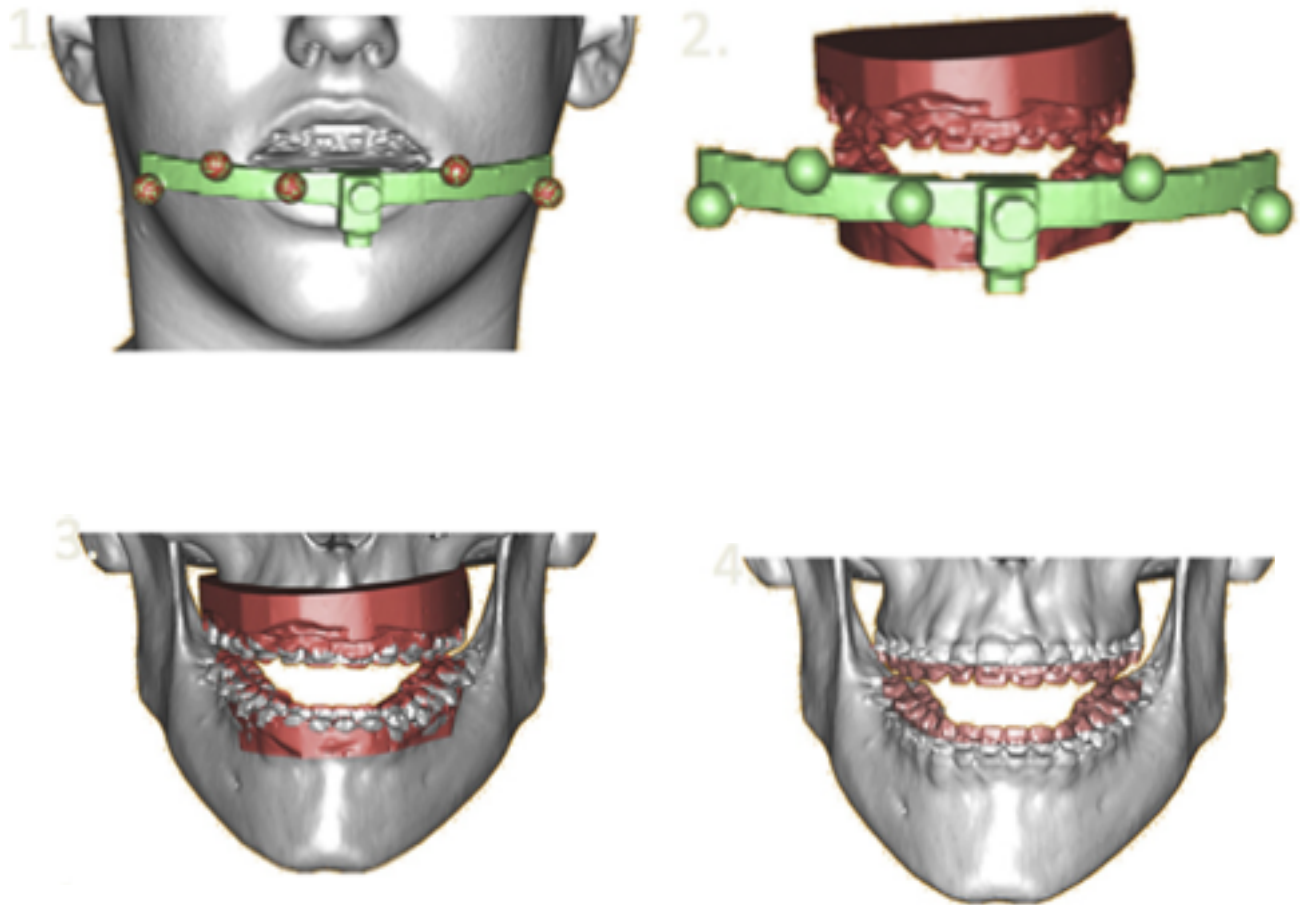


Fig 3: creación modelo compuesto virtual.

1.- registro posición natural de la cabeza.

2.- modelo oclusal en posición natural de la cabeza.

3.- superimposición modelos oclusales a modelo virtual.

4.- relación oclusal definitiva en modelo compuesto virtual.

Tomado de:

Gelesko S, Markiewicz M: Computer Aided Orthognathic Surgery. Atlas Oral Maxillofacial Surg Clin N Am 20 (2012) 107-108.

Completados estos pasos, un plan quirúrgico tentativo es delineado y discutido vía video conferencia en tiempo real entre el ingeniero y el cirujano. Durante la reunión web, el cirujano debe inspeccionar la posición del cóndilo mandibular para corroborar la exactitud del registro de relación céntrica. Si el cóndilo no se encuentra en la posición neutrocéntrica, la mandíbula virtual es reposicionada de manera que el caso sea planificado desde la posición correcta.

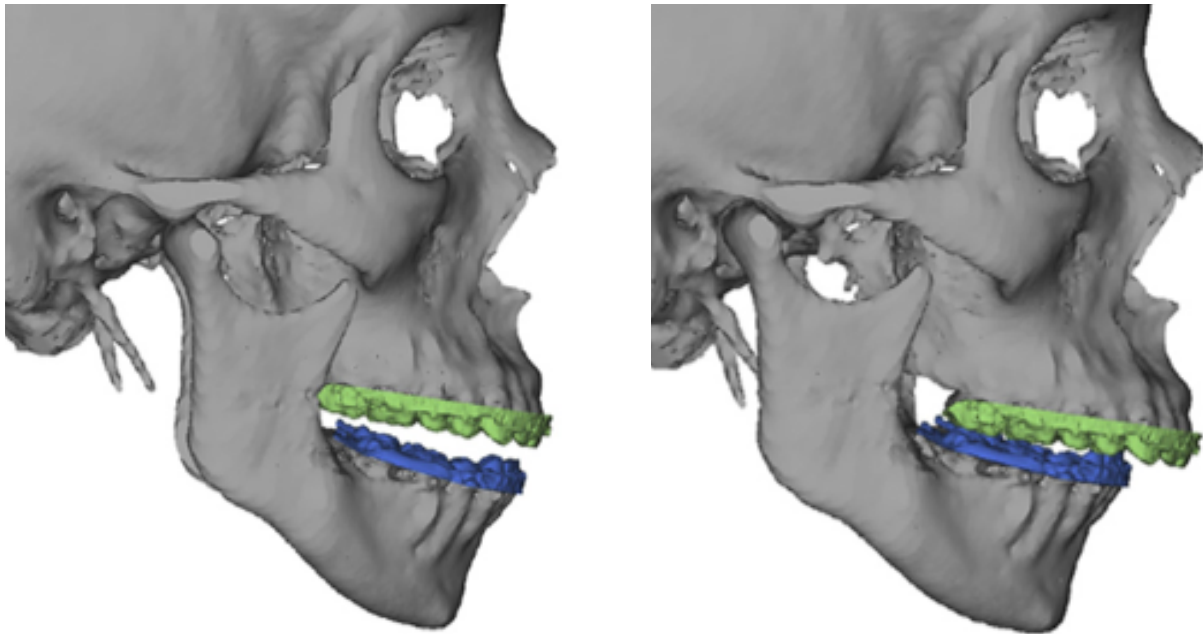


Fig 6 Posición de relación céntrica
 Izq: Tac fuera de relación céntrica. Nótese el cóndilo mandibular fuera de la cavidad glenoidea.
 Der: posición corregida para planificación.
 Tomado de:
 Gelesko S, Markiewicz M: Computer Aided Orthognathic Surgery. Atlas Oral Maxillofacial Surg Clin N Am 20 (2012) 107-108.

Las relaciones maxilomandibulares cefalométricas son ahora analizadas y cuantificadas. Las alteraciones de rotación, inclinación y canteo son definidas y se realizan las osteotomías virtuales. Finalmente, el maxilar, mandíbula y mentón son virtualmente manipulados basado en el juicio clínico del cirujano y los objetivos de tratamiento del paciente.

El maxilar virtual reposicionado, dicta la posición de la mandíbula, por lo tanto, el maxilar es reposicionado primero a su posición ideal basado en los objetivos buscados con la cirugía y pensando en corregir la alteración inicial del paciente.

Los lugares ideales de la osteotomía para una cirugía LeFort I son delimitados, el maxilar reposicionado adecuadamente, procurando obtener la posición correcta en sentido sagital, vertical y transversal en relación a puntos de referencia conocidos, como puede ser el plano medio sagital.

Se realizan las segmentaciones del maxilar, cirugía de mandíbula y mentón de manera de alinear todos los componentes óseos hasta lograr las proporciones y simetría ideales. Las alteraciones de inclinación, rotación o canteo pueden ser corregidas de manera virtual y evaluadas de manera exacta utilizando medidas angulares y lineales precisas. Cualquier imprecisión en el plan de tratamiento virtual puede ser corregida basado en el análisis de imagen virtual. Una vez que la reposición maxilomandibular está finalizada, un splint intermedio virtual es construido para relacionar el maxilar que fue operado primero, ya sea maxilar o mandíbula. Las consideraciones para operar el maxilar o la mandíbula primero son las mismas mencionadas en el capítulo de secuencia alterada de cirugía de modelos, presentado en este documento. El splint final, también puede ser construido de manera virtual o se pueden fabricar a partir de los modelos relacionados en oclusión final. Estos splints, son enviados vía correo tradicional al cirujano antes que éste realice el procedimiento.

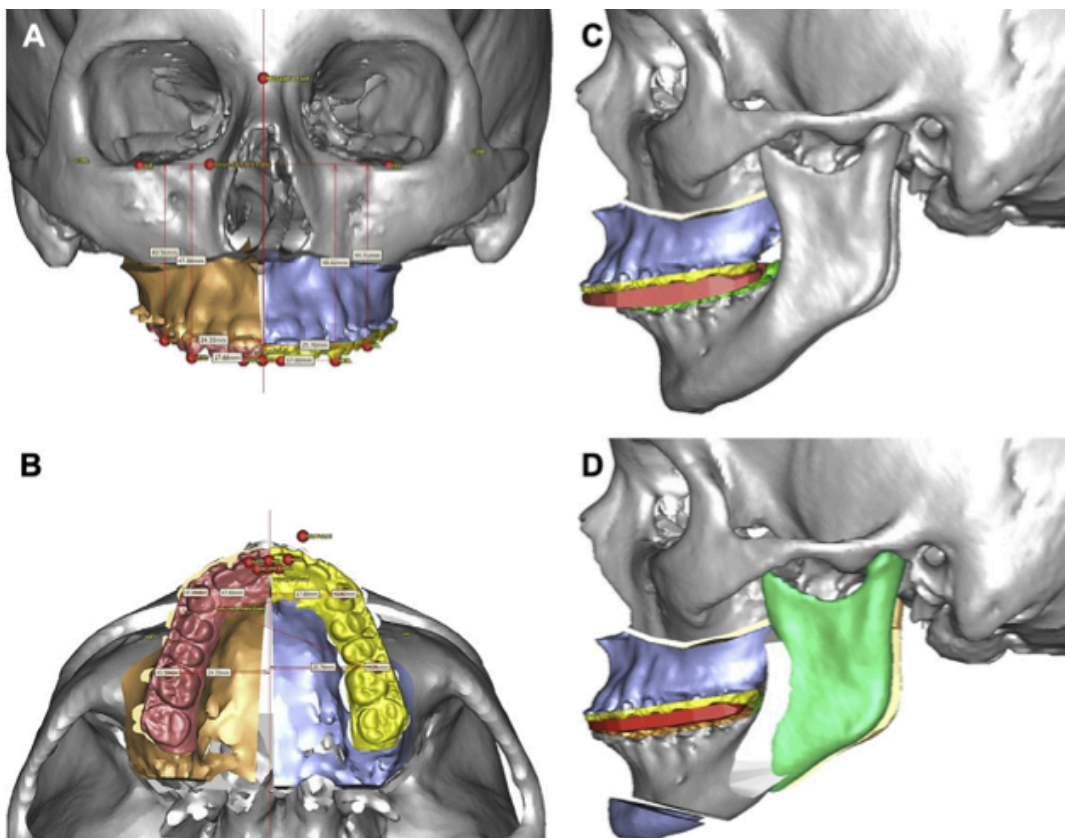


Fig 7: Cirugía Virtual

A: Reposición vertical del maxilar.

B: Corrección en relación a plano sagital medio.

C: reposición horizontal del maxilar. Construcción splint intermedio virtual.

D: la mandíbula es reposicionada y se construye el splint final virtual.

Tomado de: Gelesko S, Markiewicz M: Computer Aided Orthognathic Surgery. Atlas Oral Maxillofacial Surg Clin N Am 20 (2012) 107-108.

3. Fase Quirúrgica.

Como ya se indicó previamente, el plan quirúrgico virtual es transferido a los pacientes utilizando splints quirúrgicos confeccionados con tecnología CAD/CAM. También es posible obtener guías de corte que permitan la reproducción de forma precisa tanto de la ubicación como del ángulo ideal de las osteotomías planificadas creadas durante la fase de planificación.

4. Fase de Evaluación.

La exactitud del protocolo CASS puede ser evaluada de forma objetiva comparando los resultados planificados con los resultados obtenidos luego de la cirugía. Para esto, tanto el modelo virtual compuesto con el resultado planificado, como el TAC postquirúrgico real pueden ser importados a un computador con un software de gráfica. El TAC postquirúrgico, es entonces segmentado en dos partes: la región del cráneo-tercio medio facial y la mandíbula. La evaluación de los resultados se logra digitalizando un grupo de puntos de referencia anatómicos en ambos modelos tanto el planificado como el postoperatorio; luego relacionando los modelos postquirúrgicos con los modelos prequirúrgicos y finalmente midiendo la diferencia en los puntos de referencia entre lo planificado y lo obtenido. Según publicaciones referidas a la materia, sugieren que el protocolo CASS proporciona una exactitud de ± 2 mm en la posición tanto del maxilar como la mandíbula entre los resultados planificados y los obtenidos.

Uso de modelos estereolitográficos en cirugía ortognática.

La objetivo final de cualquier procedimiento quirúrgico es reproducir o mejorar la forma y función pre operatoria. Además, un objetivo secundario es lograr esto minimizando la morbilidad quirúrgica y postquirúrgica. Muchas nuevas tecnologías han aparecido en el campo de la cirugía maxilofacial durante los último 20 años, lo que ha ayudado a los cirujanos a lograr estos objetivos de manera más eficientes. Dentro de estas nuevas tecnologías destaca la planificación quirúrgica virtual, navegación intraoperatoria y los modelos tridimensionales (3D)

Los modelos 3D, también conocidos como estereolitografías, han sido utilizados para una variedad de propósitos desde su desarrollo. Charles Hull en 1986 es atribuido como el responsable de introducir esta tecnología en 1986. Su uso comenzó en la industria automotriz en la fabricación de modelos y prototipos de poliuretano. Posteriormente, los avances en radiología y tecnología CAD/CAM resultaron en materiales mejorados y de mayor exactitud. En la década de 1990, el uso de modelos 3D comenzó a expandirse a los ambientes médicos y quirúrgicos, una vez que se comprobó que podían reproducir de forma acertada la anatomía del tejido duro de los pacientes.

Literatura reciente, ha demostrado que los modelos estereolitográficos (MEL) pueden ser utilizados de forma exitosa en el periodo preoperatorio para mejorar la predictibilidad de los tratamientos de defectos maxilofaciales secundarios a traumatismos o condiciones patológicas. Además, tienen utilidad en diagnóstico, plan de tratamiento y para educación de los pacientes, debido a que pueden visualizar de forma directa y en tres dimensiones las estructuras anatómicas.

El éxito de la cirugía ortognática depende en una planificación exacta basada en un diagnóstico preciso. Además del examen clínico, la captura y análisis de imágenes puede determinar el éxito del procedimiento quirúrgico. Recientes avances en la imagen computacional 3D con propósitos médicos ha permitido el desarrollo de planificación para cirugía ortognática en modelos estereolitográficos. el plan de tratamiento obtenido a partir de los elementos diagnósticos antes descritos, pueden ser traspasados al modelo 3D permitiendo que este sea cortado de acuerdo a las osteotomías planificadas y que la cirugía de modelos tradicional sea realizada sobre el modelo 3D. No sólo es útil para evaluar con anticipación los resultados de la cirugía, sino que también permite evaluar los riesgos potenciales que pueden ser experimentados durante el acto quirúrgico.

A continuación se presentan algunos conceptos básicos acerca de modelos estereolitográficos y planificación de cirugía ortognática.

Proceso de construcción y tipo de modelos.

Los modelos mas comunes usados en cirugía maxilofacial , son aquellos fabricados de acrilato, resina epóxica o modelos de impresión 3D. La fabricación de los modelos 3D de resina, implica un proceso que ocupa un software especializado para relacionar la información obtenida de un TAC y llevarlo a una forma a través de una réplica de resina.

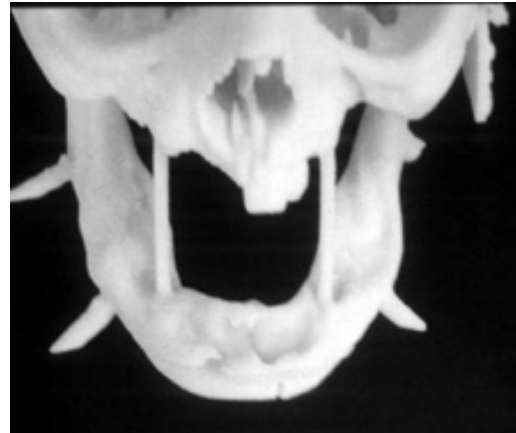
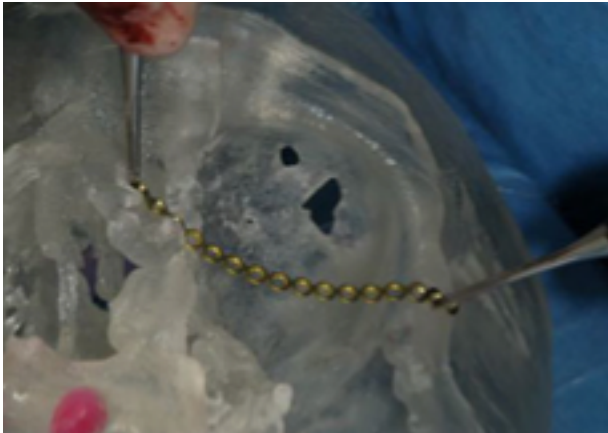


Fig 8: tipos de modelos 3D.
Arriba Izq: modelo de acrilato.
Arriba Der: modelo de impresora 3D.
Izq: modelo de resina epoxica.

El proceso de fabricación comienza con una resina fotopolimerizable ultravioleta y un laser UV. El modelo se fabrica en una serie de capas, cada una correspondiente a un corte equivalente axial del TAC. Cada capa se polimeriza a un grosor habitual de 0.05 a 0.15 mm. Este proceso continúa hasta que todos los cortes del TAC han sido duplicados en el modelo.

El paso final es curar el modelo completo una vez terminada la fabricación. El producto final es una representación sólida y exacta del paciente.

En el caso de los modelos 3D de impresión, son fabricados de una forma similar. Una impresora de inyección de tinta utiliza imágenes separadas del TAC y las fusiona en la formación de un producto 3D. Luego de esto, capas de polvo o yeso son unidas al modelo luego de la inyección de un adhesivo que reproduce la forma de un corte axial del TAC. Una vez que el modelo está completo, el exceso de yeso es removido y el modelo final es limpiado y refinado.

El tipo de modelo a elegir dependerá del uso deseado. Los modelos fabricados a través del método de impresión 3D, son útiles en propósitos educativos y visualización directa de estructuras anatómicas; sin embargo, tienen algunas limitaciones como son el hecho de ser menos exactos que los modelos de resina y debido a los componentes de almidón y yeso, no pueden ser esterilizados debido a que no soportan altas temperaturas. Los modelos de resina son los preferidos debido a su mayor fuerza, resistencia a las altas temperaturas, menor absorción de humedad y menor contracción. Éstos, pueden ser utilizados para su uso en el campo quirúrgico y la literatura ha demostrado que tienen mayor exactitud.

Proceso de preparación quirúrgica.

Una vez obtenido el modelo 3D a utilizar y con el plan de tratamiento definido por la evaluación previa, comenzamos el proceso de preparación de la cirugía ortognática.

Este comienza con la colocación y fijación del cóndilo en la posición adecuada en la cavidad glenoidea; a continuación, se determina los tipos de osteotomías a realizar. En el caso clínico presentado a continuación, la secuencia de planificación será iniciada con la reposición maxilar.



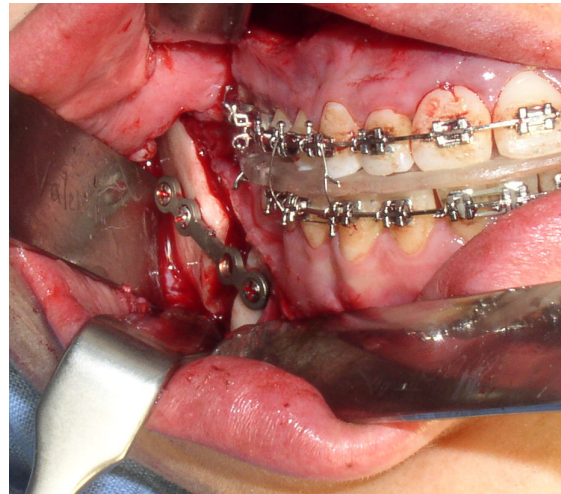
Completada la osteotomía maxilar, los segmentos son movilizados y reposicionados según el movimiento planificado. En esta nueva posición, se pueden fijar con cera, aunque también existe la posibilidad de estabilizarlo con placas de osteosíntesis que serán dobladas y esterilizadas para llevarlas al pabellón. El splint intermedio se realiza de la forma antes descrita directamente sobre el modelo estereolitográfico.



Procedemos entonces con la reposición mandibular y el splint final. Se realizan las osteotomías, fijamos los segmentos con cera y construimos un splint final de la forma clásica.



Finalmente y como gran ventaja asociada del uso de esta secuencia de planificación, está que es posible visualizar y anticipar en el modelo el diseño y extensión de las osteotomías, así como del gap que se producirá entre los segmentos. Es muy importante tomar nota y considerar esta condición, la que debiera verse reproducida al momento de realizar la cirugía en el paciente. De no ser así, es claro indicador de que algún error hemos cometido y la secuencia operatoria debe ser revisada hasta lograr reproducir en la cirugía lo que generamos en el modelo.



Bibliografía

1. Aboul-Hosn S, Hernández-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 *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 40 (2012) 162e168.
2. Bell RB. Computer planning and intraoperative navigation in Cranio-maxillofacial surgery. *Oral Maxillofac Surg clin North Am* 2010; 22(1): 135-56.
3. Erkan M, Ulkur E. Orthognathic surgical planning on three-dimensional stereolithographic model. *Journal of Craniofacial Surgery* 22 (4), July 2011.
4. Gelesko S, Markiewicz M: Computer Aided Orthognathic Surgery. *Atlas Oral Maxillofacial Surg Clin N Am* 20 (2012) 107-108.
5. McCormick S, Drew S: Virtual Model Surgery for Efficient Planning and Surgical Performance. *J Oral Maxillofac Surg* 69:638-644, 2011
6. Mehra P, Miner J. Use of 3D stereolithographic model in oral and maxillofacial surgery. *J. Maxillofac. Oral Surg* (Jan – Mar 2011) 10 (1): 6-13.
7. Xia JJ, Gateno J, Teichgraeber JF, 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(2):248–54.

Conclusión.

El proceso de diagnóstico, planificación, ejecución y controles postquirúrgicos en cirugía ortognática es un proceso muy desafiante y demandante, pero a la vez lleno de momentos gratificantes, especialmente cuando todo ha resultado según lo planificado y ese esfuerzo se ve traducido en una mejoría y bienestar para el paciente.

La literatura publicada en los últimos 50 años es extensa respecto de todos los tópicos que son parte de la planificación para una cirugía de este tipo. Descripciones detalladas del manejo pre y postoperatorio, parámetros estéticos, técnicas de estudio cefalométricas, evaluaciones radiográficas y fotográficas, técnicas quirúrgicas están disponibles para quien quiera adentrarse en este camino. Junto con lo anterior, modificaciones propias de los autores han ido cambiando la manera clásica en la que por años se han hecho las cosas. En esa misma línea es que nace la necesidad de presentar y agrupar las variantes propias de nuestra escuela en planificación de cirugía ortognática, específicamente abocado al capítulo de cirugía de modelos y splints quirúrgicos.

Sin lugar a dudas y como ya fue mencionado, el proceso de planificación está lleno de errores potenciales, los cuales afectan el resultado final de la cirugía; estos errores deben ser reconocidos y corregidos oportunamente, aunque lo ideal es lograr evitarlos.

La cirugía de modelos y confección de splints no está exenta de esta problemática, sin embargo, errores en esta etapa son cruciales puesto que serán transferidos directamente al paciente en el momento de la cirugía; cualquiera que haya estado en un pabellón quirúrgico y especialmente en una cirugía ortognática, puede dar fe de que no es el lugar ni el momento en para improvisar.

El trabajo de modelos y confección de splints debe ser riguroso en toda su secuencia, desde el momento de la toma de impresiones, lo que será la única forma de lograr un resultado acorde a la planificación realizada.

Además, es necesario tener presente que este paso dentro de la planificación, ofrece una oportunidad única de embeberse, visualizar y comprender los movimientos que serán realizados en la cirugía venidera. Esto último, es quizás lo más difícil de lograr para la persona que se inicia en este proceso.