



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS SISTEMAS DE
FIJACIÓN INTERNA EN FRACTURAS MANDIBULARES.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ALAN DANIEL MEDRANO HERNÁNDEZ

TUTOR: C.D. JORGE GUILLERMO ZARZA CADENA

MÉXICO, D.F.

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mis padres, Daniel Medrano Villagrán y Silvia Hernández Hernández por moldearme a su imagen y a sus ideales, creyendo en mí en cada momento de esta larga carrera llamada vida. Agradezco y valoro los sacrificios que hicieron por mí.

A mis hermanos, Silvita y Eric por ser mis alumnos, y a la vez mis maestros en mi toma de decisiones y esfuerzos.

A toda mi familia, con mención especial hacia mi tía Magdalena Hernández Hernández, cuyo recuerdo será nuestro motor a través de los años, siendo una inspiración.

A mis maestros y a las enseñanzas de cada uno de ellos, cuyos conocimientos portaré, representaré y defenderé con orgullo, como estudiante de la UNAM.

ÍNDICE

Introducción	6
Capítulo I	
Generalidades de Fracturas Mandibulares	
1. Anatomía mandibular	7
2. Fracturas mandibulares	13
2.1 Definición	13
2.2 Etiología en fracturas mandibulares	13
3. Técnicas de Diagnóstico	23
3.1 Diagnóstico Clínico	23
3.2 Pruebas Diagnósticas	24
4. Clasificación de las fracturas mandibulares	26
4.1 Clasificación en función de las características intrínsecas de la fractura	26
4.2 Clasificación anatómica de las fracturas mandibulares	27
4.3 Dependiendo por el número de trazos de la fractura	28
4.4 Clasificación según la línea de fractura.	28
4.5 Clasificación de fracturas abiertas	29
4.6 Según la AO/ASIF	30
4.7 Clasificación F.L.O.S.A.	31
5. Cicatrización del hueso	33
5.1 Osteosíntesis por compresión	33
5.2 Cicatrización ósea primaria (Por fijación rígida)	36
5.2.1 Cicatrización por contacto	36
5.2.2 Cicatrización por brecha	36
5.3 Cicatrización ósea secundaria (Por fijación semirígida)	39

Capítulo II

Tratamiento de Fracturas Mandibulares

1. Antecedentes	45
2. Indicaciones	54
2.1 Tratamiento no quirúrgico en los adultos	54
2.2 Tratamiento quirúrgico en pacientes adultos	54
2.3 Criterios de referencia y contrarreferencia	57
3. Tratamiento sin reducción	57
4. Tratamiento con reducción	58
4.1 Reducción Cerrada	58
4.1.1 Fijación externa	59
4.1.1.1 Fijación Intermaxilar	59
4.2 Reducción Abierta	69
4.2.1 Fijación interna	71
4.2.1.1 Definición	71
4.2.1.2 Antecedentes	73
5. Tratamiento de Urgencia	74

Capítulo III

Sistemas de Fijación Interna en Fracturas Mandibulares

1. Definición	76
2. Sistemas empleados	76
2.1 Placas de compresión dinámica	76
2.2 Banda de tensión	80
2.3 Placas de compresión dinámica excéntrica	81
2.4 Placas de reconstrucción	87
2.5 Placas de reconstrucción osteointegradas con tornillos huecos de titanio	89
2.6 Miniplaca monocortical para ostesíntesis	91
2.7 Fijación con microplacas	94

2.8 Tornillos de compresión dinámica para osteosíntesis	96
2.9 Placas bioabsorbibles	100
3. Materiales empleados	104
3.1 Acero inoxidable	104
3.2 Titanio	105
3.3 Materiales poliméricos biodegradables	106
Conclusiones	107
Referencias Bibliográficas	108

INTRODUCCIÓN

Para realizar el tratamiento de fracturas mandibulares, es de fundamental importancia conocer las características anatómicas y fisiológicas de la mandíbula.

En la correcta elección de los tratamientos es, de igual forma, necesaria la convergencia de conocimientos en cuanto a técnicas, en virtud de las clasificaciones de fracturas mandibulares que han sido adaptadas a través de los años.

Los sistemas de fijación interna son aquellos sistemas empleados durante el tratamiento de las fracturas abiertas una vez realizada la reducción de la misma, para mantener su estabilidad integral, estos mismos han presentado mejoras específicas en los años recientes.

Para la elección de un sistema de fijación interna en particular, deberán de establecerse las justificaciones para su empleo, descartándose de entre otros tratamientos para fracturas mandibulares, juzgando bajo criterios de beneficio y conveniencia, en su totalidad explicados por la AO/ASIF.

CAPÍTULO I

Generalidades en las fracturas

1. Anatomía Mandibular

Hueso simétrico, impar y mediano, es un hueso móvil, situado en la parte inferior de la cara. Tiene un cuerpo de forma cóncava hacia atrás, semejante a una herradura, y sus extremos se dirigen verticalmente hacia arriba, formando con el cuerpo un ángulo casi recto, como se muestra en la figura 1.

Posición

Colocar hacia adelante la porción convexa del cuerpo en un plano horizontal y hacia arriba, el arco alveolar.

Descripción

Se describen el cuerpo y las dos ramas.

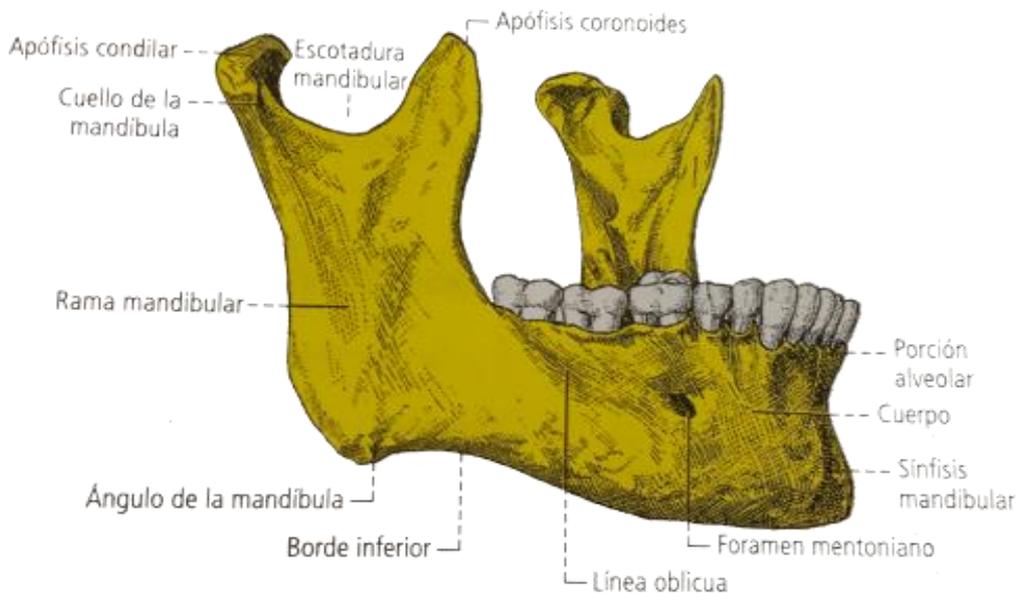


Figura 1. Vista lateral del hueso mandibular. (1)

Cuerpo

En él se distinguen dos caras y dos bordes:

- A. Cara externa: en la región anterior, en la línea mediana, presenta una cresta vertical, resultado de la soldadura de ambas mitades del hueso: Sínfisis mandibular. Por debajo de ésta se encuentra la protuberancia mentoniana. Lateralmente y hacia atrás, a la altura de la implantación del 2º premolar, se halla el foramen mentoniano, por donde emergen el nervio y los vasos mentonianos. Casi a mitad de distancia entre el arco alveolar y la base (borde inferior) de la mandíbula, a ambos lados de la protuberancia mentoniana, emerge la línea oblicua. En su comienzo sigue paralela a la base del hueso, para dirigirse luego hacia arriba y hacia atrás; atraviesa en diagonal esta cara y se continúa con el borde anterior de la rama. En esta línea rugosa se insertan los músculos: depresor del labio inferior y depresor del ángulo de la boca. En esta línea se insertan los músculos: depresor del labio inferior y depresor del ángulo de la boca. En el área comprendida por encima por encima de la línea oblicua y por debajo del arco alveolar, se observan salientes verticales que corresponden a las eminencias alveolares; entre estas salientes existen surcos que corresponden a los tabiques interalveolares.¹
- B. Cara posterior: hacia adelante presenta un surco vertical que corresponde a la sínfisis mandibular. En su parte inferior se observan salientes de inserción, las espinas mentonianas (geni), en número de cuatro: dos superiores, que dan inserción a los músculos genioglosos, y dos inferiores. Próximo a la línea media se encuentra el origen de la línea milohioidea, que asciende en forma oblicua hacia atrás, pasando por debajo del último molar, hacia la cara medial de la rama. En esta línea se inserta el músculo milohioideo, y en su parte posterior, el músculo constrictor superior de la faringe. Esta línea milohioidea divide a esta cara en dos partes: una superior (bucal), que presenta, a cada lado de las espinas mentonianas, la fosita sublingual. En ella se aloja

el extremo anterior de la glándula sublingual. En la porción situada por debajo de la línea milohioidea se observa una depresión en la cual se aloja la glándula submandibular: la fosita submandibular. Existe además, un surco subyacente a la línea milohioidea: el surco milohioideo, impreso por el nervio milohioideo (figura 2).

- C. Borde superior: es el arco alveolar y recibe a las raíces dentarias. Los alvéolos son simples adelante y más complejos atrás, donde están formados por varias cavidades, separadas por los tabiques interradiculares, puentes óseos donde se insertan ligamentos dentarios.
- D. Borde inferior: es redondeado. Cerca de la línea mediana se observa la fosa digástrica, en la cual se inserta el vientre anterior del músculo digástrico. Hacia atrás, este borde puede presentar una escotadura para el pasaje de la arteria facial.

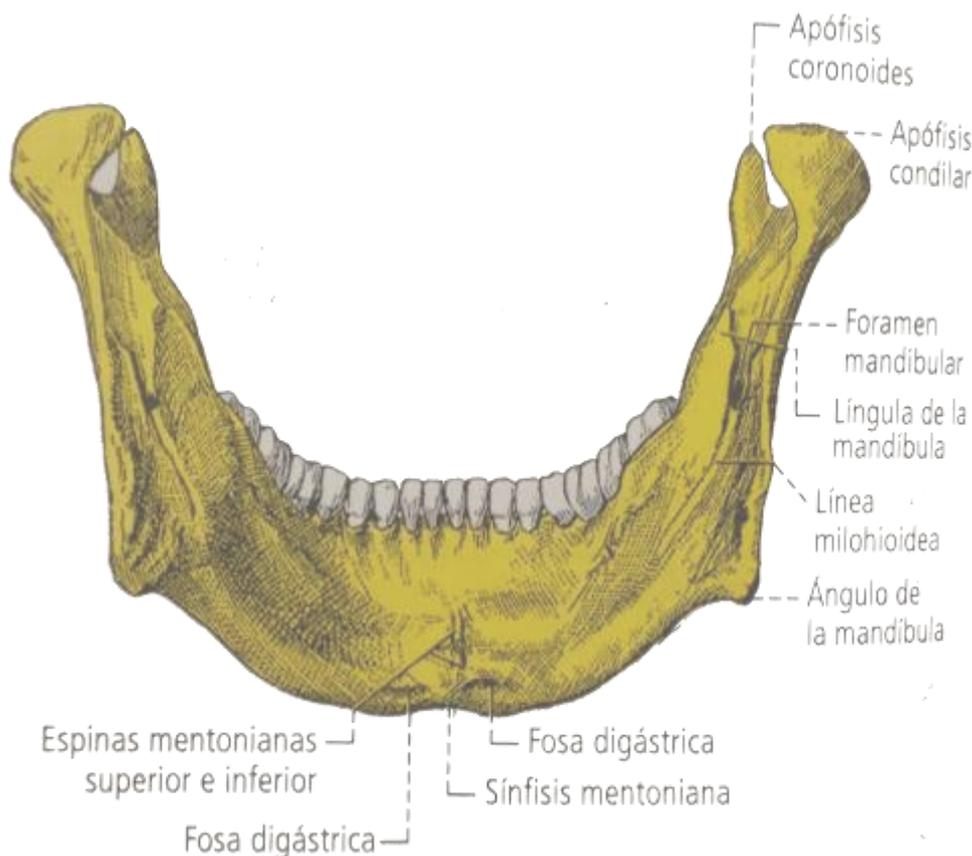


Figura 2. Vista posterior del hueso mandibular. (1)

Rama de la mandíbula

En número de dos, son cuadriláteras, dirigidas en sentido vertical, pero algo oblicuas de abajo hacia arriba y de adelante hacia atrás.

- A. Cara lateral: presenta rugosidades producidas por la inserción del músculo masetero, más acentuadas en el ángulo de la mandíbula, el que puede presentarse proyectado hacia afuera y arriba por la tracción del músculo mencionado (figura 3).
- B. Cara medial: en la parte medial de esta cara se observa una saliente aguda: la línula de la mandíbula (espinosa de Spix). Por detrás de esta línula se encuentra el foramen mandibular, por donde penetran el nervio y los vasos alveolares inferiores. De la parte posteroinferior de este foramen parte el surco milohioideo. Por detrás de éste, en la proximidad del ángulo de la mandíbula, la presencia de rugosidades importantes denota la firmeza de las inserciones del músculo pterigoideo medial.
- C. Borde inferior: es oblicuo de arriba hacia abajo y de atrás hacia adelante. Agudo arriba, se ensancha cada vez más hacia abajo, formando una depresión entre sus bordes. La vertiente medial se dirige hacia el borde superior del cuerpo y la lateral se continúa con la línea oblicua.
- D. Borde posterior: es liso y redondeado; corresponde a la glándula parótida.
- E. Borde superior: presenta, de adelante hacia atrás, tres accidentes importantes: la apófisis coronoides, que da inserción al músculo temporal; la escotadura mandibular, cóncava hacia arriba, que establece una comunicación entre la región maseterina en sentido lateral y la fosa infratemporal en sentido medial; la apófisis condilar, eminencia articular achatada en sentido anteroposterior y proyectada medialmente en relación con el borde de la rama. En el extremo de esta última se encuentra el cóndilo de la mandíbula. que a su vez está

unido a la rama de la mandíbula por el cuello, en el cual se inserta, medialmente, el músculo pterigoideo lateral.

F. Borde inferior: se continúa sin línea de demarcación con el borde inferior del cuerpo. Forma un ángulo muy marcado con el borde posterior; es el ángulo de la mandíbula, muy saliente, también llamado gonión.

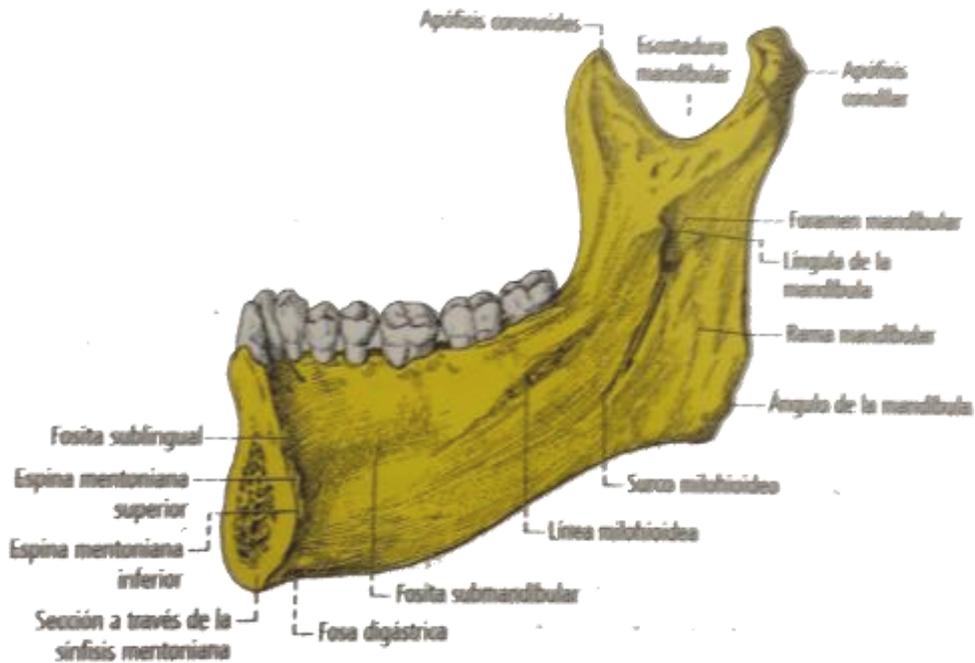


Figura 3. Vista interna del hueso mandibular (1)

Estructura

La mandíbula es un hueso extremadamente sólido, en especial a nivel de su cuerpo. El hueso compacto que lo forma es espeso y son necesarios traumatismos violentos para fracturarlo.

El borde superior del cuerpo está tapizado por una lámina bastante densa de hueso esponjoso que rodea a los alvéolos dentarios. El centro del cuerpo presenta el conducto mandibular (dentario), que posee un número de conductos secundarios, verticales, que desembocan en cada alvéolo. Este conducto mandibular se abre al exterior por medio del foramen

mentoniano. La rama es menos espesa y menos sólida, pero su envoltura muscular la torna bastante poco vulnerable.

Anatomía de superficie

La mandíbula es bastante superficial y se la puede explorar en una gran extensión. Determina la configuración de la parte inferior del macizo facial, y su ángulo posteroinferior es una referencia importante. Su cara profunda puede ser visible y explorada en el interior de la cavidad bucal. Su movilidad condiciona los movimientos de la masticación y la presencia, así como el desarrollo o la desaparición, de los dientes modifica el aspecto general del hueso y, por lo tanto, de la cara.

Desarrollo

El hueso se desarrolla a partir de dos porciones iguales: una derecha y otra izquierda, a expensas del cartílago de Meckel. Varios puntos de osificación aparecen en este cartílago, simétricos con respecto a la línea mediana y ubicados en la región mentoniana a nivel de la apófisis coronoides, del cóndilo, etc. La soldadura de ambas mitades de la mandíbula a nivel de la sínfisis mentoniana se completa a los 90 días de la vida intrauterina (Mugnier).¹

2. Fracturas Mandibulares

2.1. Definición

Fractura

Se refiere a la solución de continuidad ósea o cartilaginosa.

Fractura Mandibular

Se refiere a la solución de continuidad ósea que ocurre en cualquier zona anatómica de la mandíbula.

2.2. Etiología en las Fracturas

Biomecánica mandibular

Las fracturas faciales comparten con las del resto del esqueleto numerosas circunstancias comunes, tanto biológicas como clínicas. No obstante, presentan algunas peculiaridades que las hacen únicas. Son las siguientes:

1. Constitución anatómica, en la que cabe descartar la existencia de una arquitectura facial acorde con dos principios: función masticatoria y protección de órganos. Además, la cara posee una abundadísima vascularización, responsable de la aparición de intensas hemorragias en el curso de traumatismos, incluso de escasa violencia, pero al mismo tiempo, garantía de eficacia reparadora tisular.
2. Inserciones musculares. Permite distinguir en la cara dos regiones claramente diferenciadas: una superior, formada por los tercios superior y medio, y otra inferior, constituida por la mandíbula. La región superior posee músculos poco potentes y, por tanto escasamente influyentes en los desplazamientos de fragmentos fracturarios, con la excepción del papel jugado por el masetero en los desplazamientos del hueso malar fracturado. Por el contrario, en el maxilar inferior se insertan robustos músculos masticadores, capaces de impulsar a los fragmentos

fracturarios a desplazarse, haciendo comportarse a las fracturas de este hueso de forma similar a como lo hacen las de los huesos largos de las extremidades.

3. Oclusión dentaria. Es la relación establecida entre las arcadas dentarias antagonistas. Si bien puede definirse con criterios gnatólogicos estrictos una oclusión ideal, pocas personas la poseen. No obstante existe, para cada individuo, una oclusión “habitual”, en la que hay una única posición estable, caracterizada por el establecimiento de un máximo número de puntos de contacto entre ambas arcadas dentarias. Las fracturas de los maxilares modifican la oclusión dentaria, imponiendo con ello una limitación funcional, imponiendo con ello una limitación funcional. Pero además, los dientes pueden ser usados por el cirujano como guía para, restaurando la oclusión habitual, sin tratar de imponer una oclusión ideal, reducir los fragmentos esqueléticos a su posición premórbida.
4. Biomecánica. En la génesis de una fractura se combinan dos tipos de factores:
 - a. Externos. El agente traumático actúa sobre el hueso mediante compresión, tracción, cizallamiento, flexión y rotación o torsión, deformándolo hasta superar su límite elástico, provocando entonces su fractura. Habitualmente estas fuerzas no actúan aisladamente, sino combinadas entre sí.
 - b. Internos. El esqueleto facial está conformado por huesos dotados de diferente resistencia. Así el frontal constituye el hueso más resistente de la cara, siendo capaz de soportar entre 400 y 1,000 kg antes de fracturarse. En el extremo opuesto se encuentran los huesos propios nasales, capaces de resistir solamente 12 a 30 kg. Las cifras correspondientes al maxilar son 90 a 300 kg, el maxilar superior soporta entre 100 y 200 kg, y la mandíbula 400 a 450 kg en un impacto anteroposterior sinfisario y de 95 a 350 kg en impactos laterales sobre el cuerpo.

El esqueleto facial se desarrolla bajo la influencia de tres tipos de fuerzas:

- a) Expansión volumétrica del encéfalo, globo ocular y lengua.
- b) Fuerzas ejercidas por los músculos cervicales en su papel estabilizador de la cabeza.
- c) Fuerzas masticatorias, cuyos valores son, referidos a los distintos grupos dentarios: incisivos = 29 DaN, caninos = 30 DaN, premolares = 48 DaN y molares = 66 DaN. Estas fuerzas son transmitidas a través del macizo mediofacial hasta el cráneo, a través de sistemas de líneas isostáticas óseas concentrados en los ya clásicos pilares de resistencia descritos por Ombrédanne, y entre los cuales René Le Fort situó las líneas de fragilidad ósea. Por otra parte, Jourde y Van-neville consideran que, fruto de la acción de las fuerzas masticatorias, en la mandíbula dentada se forman cinco sistemas trayectoriales: los pilares basilar y temporal, fruto de la acción de los músculos masetero y temporal respectivamente. Un tercer pilar es debido a la acción del músculo pterigoideo interno, un cuarto sistema, el pilar sigmoideo, que contornea la escotadura homónima, y es determinado por el músculo temporal y, finalmente el sistema dentario, situado a nivel del reborde alveolar. En una mandíbula edéntula tan sólo se observan los tres primeros sistemas trayectoriales (Figura 4).^{2,3}

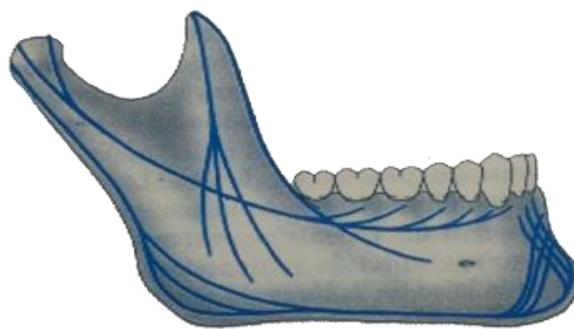


Figura 4. Sistemas trayectoriales de la mandíbula. (2)

Tradicionalmente, las propiedades biomecánicas de la mandíbula han sido descritas como de mecánica simple de viga (figura 5).

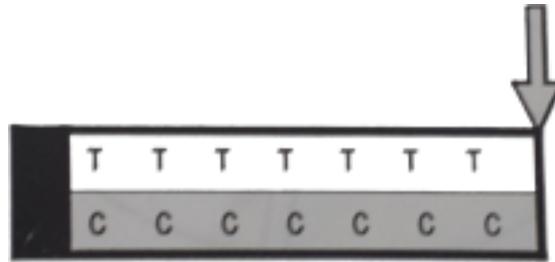


Figura 5. Diagrama de la mecánica de viga simple, ilustrando las fuerzas de tensión en el borde superior y compresión en el borde inferior con una aplicación de carga en anterior. T=Tensión C=Compresión. (4)

La mandíbula es una palanca de tercer grado con el cóndilo actuando como el fulcrum, los músculos elevadores como la fuerza aplicada, y la carga de la mordida como la fuerza de resistencia.³

Como una palanca de tercera clase, exhibirá fuerzas de tensión en su superficie superior y fuerzas compresivas en su superficie inferior. La línea de cero estrés, la cual ocurre en un punto en la que las fuerzas tensoras se convierten en compresivas, se llama "Eje Neutro". Correlacionando estos principios a mandíbula cargada, se observan fuerzas de tensión a nivel de los alvéolos, fuerzas de compresión en el nivel inferior y el "Eje Neutro" aproximadamente a nivel del canal alveolar inferior (figura 6).^{5,6}

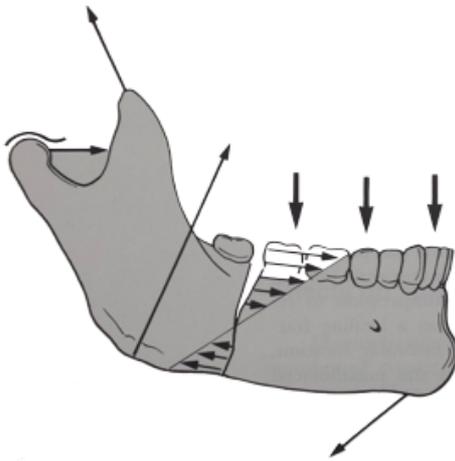


Figura 6. Zonas de compresión y tensión dentro de la mandíbula fracturada, determinadas por la inserción de músculos insertados sobre la mandíbula y las fuerzas ejercidas por estos músculos durante la función. Las 4 flechas más pequeñas demuestran la dirección de las fuerzas musculares colocadas en la mandíbula por la musculatura lateral pterigoidea, temporal y la musculatura suprahiodea. Las flechas más grandes demuestran las cargas situadas en la mandíbula durante la función. Debido a la existencia de estas fuerzas, la zona de compresión se localiza en el borde inferior, la zona de tensión se localiza en el borde superior, y el eje neutral esta aproximadamente en el nivel del canal alveolar inferior.(4)

Desafortunadamente, al describir a la mandíbula como una palanca de tercer grado, se simplifica una estructura compleja. Los principios de mecánica simple de viga no toman en cuenta las fuerzas generadas por la musculatura contralateral. En contraste, estudios posteriores que emplearon un análisis de elementos finos representaron estas fuerzas musculares. Rudderman y Mullen usaron un análisis de elementos finos tridimensionales para considerar la variación de espesor de la mandíbula, cambios de la densidad de los materiales, y la compleja geometría de la mandíbula. Los efectos del masetero, pterigoideos y músculos temporales fueron recreados usando elementos parecidos a cuerdas que duplicaban tanto la dirección de la fuerza como el área de fijación de los músculos.^{2,4,7}

Basado en la mecánica simple de viga, se piensa que las fracturas en el cuerpo y en el ángulo de la mandíbula exhibían fuerzas de tensión en el borde superior y fuerzas de compresión en el borde inferior. Para las

fracturas del cuerpo mandibular, la mecánica simple de viga, parece correlacionar con el modelo de análisis de elementos finos cuando se describen las fuerzas de la masticación aplicadas anterior al sitio de la fractura.

Sin embargo, usando el modelo análisis de elementos finos, mencionado previamente, una inversión de las zonas de tensión-compresión puede ser observada si se aplica una fuerza masticatoria posterior a la línea de la fractura o a ejes musculares. Por consiguiente, fuerzas de compresión serán vistas en el borde superior de la mandíbula (figura 7).

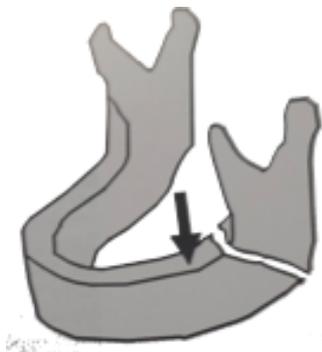


Figura 7. Diagrama demostrando las fuerzas de la masticación aplicadas posteriores a la fractura. Esta situación anatómica asociada, con la dominación de la musculatura contralateral durante la función, llevará a la inversión de las líneas de tensión con las líneas de compresión dentro de la mandíbula. (4)

Este recambio de tensión y compresión podrá ocurrir de la misma manera si las fuerzas masticatorias son aplicadas anterior a la fractura si la actividad de la musculatura contralateral predomina (figura 8).⁴

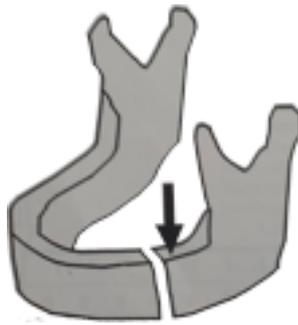


Figura 8. Diagrama demostrando la aplicación de fuerzas anterior a la fractura. Ésta situación anatómica, la cual está asociada con la dominación de la musculatura contralateral durante la función, llevará a la inversión de las líneas de tensión y compresión dentro de la mandíbula. (4)

El análisis de elementos finos demuestra que las fuerzas que actúan en la región de la parasínfisis son similares que aquella que actúan en el cuerpo mandibular. Si la fuerza de la masticación se aplica anterior a la fractura, se aplican los principios de mecánica simple de viga. Sin embargo, la compresión ocurre en el borde superior de la mandíbula cuando la carga masticatoria es aplicada posterior a la fractura. Esta compresión en el borde superior puede ser atribuída a los efectos de la musculatura contralateral. (figura 9 y figura 10)⁸

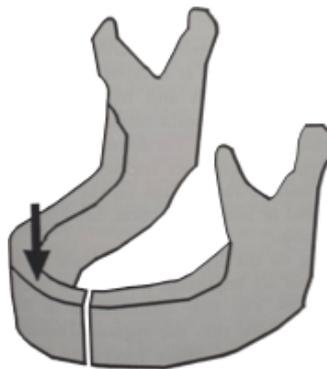


Figura 9. Diagrama demostrando fuerzas aplicadas anterior a la fractura parasinfisaria. Se aplican los principios de viga simple. (4)

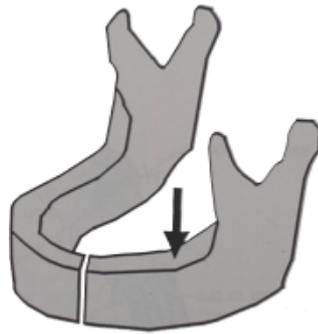


Figura 10. Diagrama demostrando la aplicación de fuerza anterior a la fractura. Esta situación anatómica, la cual se asocia con la dominación de la musculatura contralateral durante la función, llevará a la inversión de las líneas de tensión y compresión dentro de la mandíbula. (4)

Además, la mecánica simple de viga no describe de forma exacta las fuerzas que actúan en la mandíbula anterior durante la función. Cuando se aplica una carga en la línea media mandibular (fulcrum), la compresión en el borde superior predomina debido a la fuerza de la musculatura contralateral.. Esta fuerza muscular también produce rotación alrededor del fulcrum, generando un componente de la fuerza de torsión.

En resumen, aunque la mecánica simple de viga describe de forma exacta las fuerzas que actúan en la fractura del cuerpo mandibular y la región de la parasínfisis, si la carga es aplicada anterior a la fractura, no siempre se describen de forma exacta las fuerzas presentes en el ángulo y las regiones sínfisarias de la mandíbula.

Sin embargo, cuando se aplican al funcionamiento mandibular, los principios mecánicos simples de viga, han proveído a los médicos de un modelo para el desarrollo de técnicas de fijación rígida, clínicamente aceptables.

El uso de otras técnicas de análisis de fuerzas, tal como el de análisis de elementos finos, ilustra la importancia de un entendimiento completo de todas las fuerzas actuando sobre la mandíbula.

Las fracturas son el resultado de una sobrecarga mecánica. La forma de la fractura depende principalmente del tipo de carga ejercida y sobre el tipo de energía liberada.

En un torque o esfuerzo de torsión, resultará una fractura de tipo espiral, una avulsión en fracturas transversas, una flexión en fracturas oblicuas cortas, y compresión en impactación o en mayor conminuta. Los mecanismos posteriores se encuentran de manera principal en áreas esponjosas y en áreas de revestimiento, tal como en el área cráneo facial, donde el diseño en forma de panal actúa como amortiguador.

El grado de fragmentación depende de la energía almacenada preferentemente a el proceso fracturado; así las fracturas en cuña y fracturas multifragmentadas están asociadas con una liberación de energía alta. En este contexto, el grado de carga juega un rol.

Un fenómeno en específico es la implosión, la cual ocurre inmediatamente después de la ruptura. Tal implosión es seguida por el daño marcado de tejidos blandos debido a la cavitación, comparable con el mecanismo de daño en una herida por arma de fuego. Por lo tanto, además del trastorno de los vasos sanguíneos intracorticales, el daño vascular se extiende a regiones vecinas de tejido blando. Este daño es después superpuesto a la acción directa del trauma, incluyendo daño vascular y de los nervios, contusión de tejido blando y otras lesiones.

Lesiones concomitantes pueden incluir daño en nervios (nervios mandibular, infraorbital, óptico, facial), y en vasos. Sin embargo, debido a la rica red de colaterales, lo tardío no plantea problemas severos para el suministro de sangre de la región. Incluso complicaciones letales pueden resultar de una pérdida dramática de sangre a través de una arteria maxilar lesionada. La penetración de la piel o de la mucosa, en contraste

a la situación de huesos largos, no es problemática en el área craneo-maxilo-facial.

La situación vascular en la mandíbula es comparable con la situación en un hueso largo. La corteza alcanza un espesor determinado, y si la circulación intracortical es interrumpida, un retraso correspondiente deberá ser esperado hasta que el aporte sanguíneo sea restablecido. Sin embargo, en contraste a los huesos largos, los compartimientos musculares cerrados no plantean un problema en el cráneo. En la región media de la cara y en la región craneal, las paredes óseas son delgadas, frecuentemente se mantienen unidas a los tejidos blandos circundantes. La experiencia en la cirugía cráneo-facial revela que inclusive si los tejidos blandos son deteriorados, la conexión a la circulación se establece de forma rápida. En consecuencia la susceptibilidad a una infección es mínima, y la tendencia a sanar es buena.

En resumen, el evento de una fractura, nos deja con una transmisión de fuerza interrumpida en las partes del esqueleto involucradas, con un aporte sanguíneo interrumpido dentro del hueso, y con una situación circulatoria más o menos perturbada en el ambiente del hueso lesionado, por lo cual el problema nutricional es por mucho no tan severo como en el hueso largo.^{7,9,10}

3. Técnicas de Diagnóstico

3.1. Diagnóstico Clínico

1. Para establecer el diagnóstico de fractura mandibular buscar intencionadamente:

- 1 Alteraciones oclusales
- 2 Desplazamiento de fragmentos óseos
- 3 Movilidad anormal
- 4 Dolor local
- 5 Desviaciones mandibulares
- 6 Halitosis
- 7 Sialorrea

2. Sospechar fractura condílea y subcondilea o hematrosis temporomandibular, en aquellos niños con laceraciones o contusiones mentoneanas.

3. Como dato clínico característico de fractura subcondílea observar si existe desviación de la línea media dental durante la apertura bucal

4. Se recomienda clasificar las fracturas expuesta de mandibula con base a la clasificación propuesta por Gustillo. ¹¹

3.2. Pruebas Diagnósticas

1. En todo paciente con sospecha de fractura mandibular se debe solicitar:

- 1 Perfil mandibular que incluye proyecciones: posteroanterior, lateral oblicua derecha e izquierda, Towne para cuello de cóndilo mandibular
- 2 Radiografía panorámica
3. Tipificar la fractura mandibular utilizando la clasificación anatómica
4. Investigar la presencia de fracturas en el desarrollo en los pacientes pediátricos.
5. Se recomienda complementar el diagnóstico de fractura mandibular con estudio de tomografía computarizada y reconstrucción tridimensional en los siguientes casos:

- 1 Duda diagnóstica en los estudios radiográficos
- 2 Pacientes con pérdida del estado de alerta
- 3 Condiciones de salud grave (ejemplo choque hemodinámico)¹²

Estudios de Imagenología

Los estudios de imagenología para el diagnóstico de fracturas en virtud de la zona anatómica donde se encuentra la fractura, se muestran en el cuadro 1.^{11, 12, 13, 14, 15}

Sitio (o tipo) de fractura	PROYECCIONES RADIOLÓGICAS					TOMOGRAFIA	
	Postero- anterior	Laterales oblicuas	Periapicales	Towne	Panorámica	TC Axial coronal sagital	Helicoidal (3D)
Sinfisis (con desplazamiento)							
Parasinfisis							
Cuerpo mandibular							
Ángulo							
Ramas							
Condios							
Subcondilar							
Fractura dentoalveolar							
Desplazamiento basal							
Tejidos blandos							

Cuadro 1. Estudios de Imagenología (15)

Nota: Celdas grises indican áreas que se visualizan con el estudio y el tipo de proyección

4. Clasificación de las fracturas mandibulares

4.1. Clasificación en función de las características intrínsecas de la fractura

Fracturas en tallo verde: la tabla externa se encuentra fracturada y la otra plegada o doblada. En ellas puede existir una apreciable deformidad sin pérdida de la continuidad ósea.

Fracturas simples: la fractura es lineal y muestra poco desplazamiento. Las lesiones de los tejidos blandos no comprometen el foco de fractura, por lo que no existe comunicación con el medio externo.

Fracturas compuestas: tienen comunicación con el medio externo.

Fracturas complejas: presentan fragmentos múltiples, con líneas de fractura en diferentes direcciones.

Fracturas conminutas: se encuentran numerosos fragmentos pequeños, algunos de los cuales pueden estar necrosados.

Fracturas impactadas: los fragmentos óseos se encuentran encajados unos con otros y mantienen la posición.^{2,5,16}

4.2. Clasificación Anatómica de Fracturas Mandibulares

La clasificación anatómica de fracturas mandibulares se muestra en la figura 11, al igual que los porcentajes (las fracturas sinfisiarias y parasinfisiarias suman en total el 34% del total de fracturas).^{15.17}

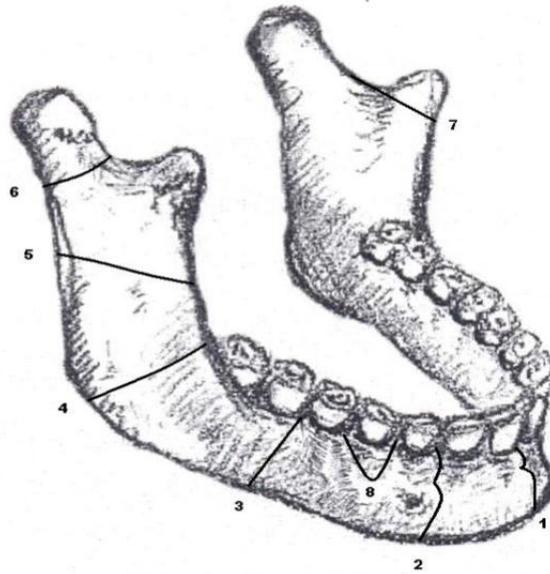


Figura 11. Clasificación anatómica de fracturas mandibulares (17)

1. Parasinfisiarias	
2. Sinfisiarias	34%
3. Cuerpo mandibular	18%
4. Ángulo mandibular	16%
5. Rama mandibular	12%
6. Proceso condilar	15%
7. Coronoides	2%
8. Proceso Alveolar	3%

4.3. Clasificación dependiendo del número de trazos de la fractura

La clasificación dependiendo del número de segmentos producidos en la fractura, es:

Única

Doble

Multifragmentaria

Conminuta^{11,15,18}

4.4. Clasificación según la línea de fractura.

Fry y col. clasificaron las fracturas de la mandíbula como favorables o desfavorables, dependiendo de que la línea de fractura estuviera o no en dirección tal que permitiera el desplazamiento muscular. En la fractura del ángulo mandibular, el fragmento posterior va a ser traccionado hacia arriba si la fractura se extiende hacia adelante hacia el reborde alveolar desde un punto posterior del borde inferior. Ésta se llama fractura desfavorable. Sin embargo, si el borde inferior de la fractura se produce más hacia adelante y la línea de fractura se extiende en dirección distal hacia el reborde, se presenta una fractura favorable. Ambas características de los tipos de fractura, se ilustran en la figura 12.^{15,19}

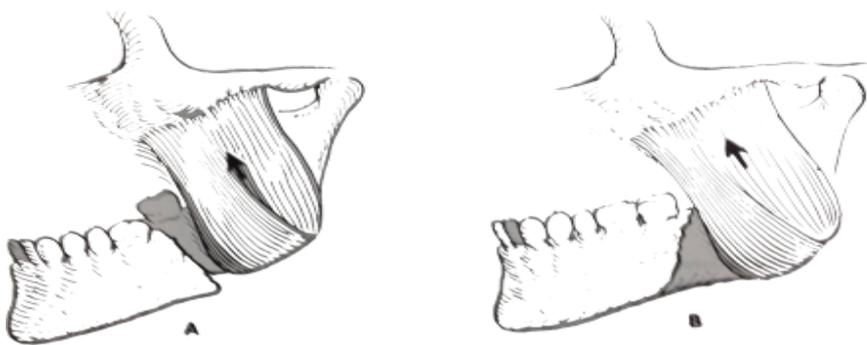


Figura 12. A. Fractura desfavorable horizontal. B. Fractura favorable horizontal (5)

El ángulo largo de la porción anteroinferior se va a trabar mecánicamente en el fragmento posterior para soportar la tracción muscular ascendente.⁴

4.5. Clasificación de Fracturas Abiertas

Las fracturas abiertas basan su clasificación en los criterios demostrados en el cuadro 2.^{3,15}

Grado	Tamaño de la Herida	Lesión de los Tejidos Blandos	Contaminación
I	< 1 cm	No	Limpia
II	1-10 cm	Menor, no hay colgajos ni avulsiones	Contaminación moderada (pavimento, pintura)
III	> 10 cm	Lesión extensa o aplastamiento	Masiva, con pantano o tierra, o fracturas en medio acuático sin importar tamaño de la herida.
IIIA		Cobertura adecuada a pesar de los colgajos	
IIIB		Pérdida extensa de tejidos que requiere procedimientos de cubrimiento	
IIIC		Lesión arterial	

Cuadro 2. Clasificación de Fracturas Abiertas (3)

4.6. Clasificación según la AO/ASIF

Esta clasificación incluye el sitio de fractura, el grado de severidad y el abordaje para el tratamiento.

Esta clasificación se basa en la diferenciación de fracturas de segmentos óseos en tres tipos, su posterior división en tres grupos y sus subgrupos, y el arreglamiento de estos en orden ascendente de severidad, de acuerdo a la compleja morfología de la fractura, sus dificultades en el tratamiento y su pronóstico (figura 13).⁷

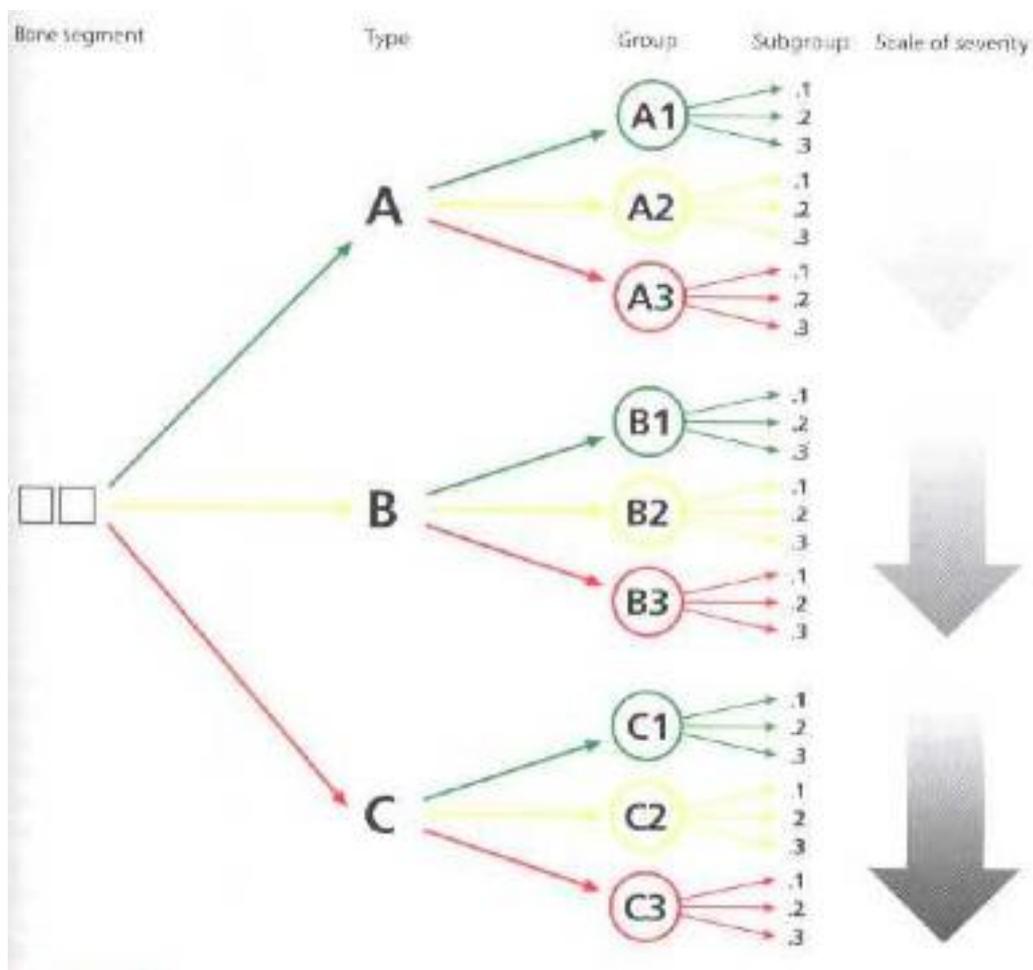


Figura 13. Clasificación de Fracturas para su entendimiento, según AO/ASIF. Ascendiendo en severidad, las fracturas se subdividen en 3 tipos: A, B y C. Dentro de cada tipo existe una tripartición en grupos (A1, A2, A3, etc.) y subgrupos (A1.1, A1.2, etc), una vez más en orden de incremento de severidad. (2)

A1 indica la fractura más simple con el mejor pronóstico, y C3 la fractura más difícil, con el peor pronóstico. De esta forma, clasificar una fractura en este sistema establecerá una guía para su tratamiento.²

Este sistema de clasificación de la AO/ASIF fue desarrollado particularmente para las fracturas en huesos largos. En esta clasificación, el área craneo-maxilofacial no es considerada como una entidad única; únicamente se incluye la mandíbula, enlistada junto con la rótula, la clavícula y la escápula.

La relación y patrones anatómicos son más complejos en las fracturas craneo-maxilo-faciales, que en los huesos largos, generalmente los planos de fractura involucran más de un hueso.^{2,7}

4.7. Clasificación F.L.O.S.A.

Esta clasificación fue propuesta por la AO/ASIF y elaborada a partir de los datos obtenidos de un estudio piloto Gatz y cols. en varios hospitales de Europa. Tal como se indica a continuación, utiliza cinco iniciales que se combinan con una numeración (cuadro 3)¹⁸:

F. Número de fragmentos

L. Lugar de fractura

O. Desplazamiento

S. Tejidos blandos

A. Fracturas asociadas

F: Nº de fragmentos	L: Localización de la fractura	O: Grado de desplazamiento	S: afectación de tejidos blandos	A: fracturas asociadas
F0: Incompleta	L1: Precanino	O0: No maloclusión	S0: Cerrados	A0: No
F1: Simple	L2: Canino	O1: Maloclusión	S1: Abierta IO	A1: Fractura y/o avulsión dental
F2: Múltiple	L3: Postcanino	O2: Edéntulos	S2: Abierta EO	A2: Fx. nasal
F3: Conminuta	L4: Angular		S3: Abierta IO y EO	A3: Fx. cigomática
F4: Pérdida ósea	L5: Supraangular		S4: Pérdida de tejidos blandos	A4: Lefort I
	L6: Condilar			A5: Lefort II
	L7: Coronoides			A6: Lefort III
	L8: Alveolar			

Cuadro 3. Clasificación de la F.L.O.S.A. (2)

Esta clasificación genera y permite combinaciones entre las diferentes categorías para definir diversos grados de severidad y objetivar los datos clínicos para comparar distintos métodos de tratamiento e individualizar los tratamientos.^{3, 20}

5. Cicatrización del hueso

5.1. Osteosíntesis por compresión

La meta de la AO o ASIF es la fijación interna rígida, con la cicatrización primaria ósea, incluso bajo cargas funcionales.

Para lograr esta meta, cuatro principios básicos debe de ser logrados:

- 1) Reducción de los fragmentos óseos
- 2) Fijación estable de los fragmentos
- 3) Preservación de el suministro sanguíneo adyacente
- 4) Movilización funcional temprana

A menos que se haya realizado una compresión a lo largo de la fractura, la estabilidad de la fractura será dependiente en la rigidez del sistema de fijación, sin el beneficio de fricción entre las superficies óseas. Si después de la reducción existe un espacio entre los extremos de la fractura, el dispositivo de fijación se encontrará bajo mucha fuerza, posiblemente conllevando a la deformación de la placa, fractura de la placa, o la pérdida de sus tornillos. Adicionalmente, la inestabilidad de los fragmentos óseos promueve la resorción ósea y la infección. El significado de estas complicaciones es que estas llevan de forma frecuente a problemas con la cicatrización de las heridas. Koury y Ellis han demostrado la asociación entre la fijación inadecuada e infección. ^{4,10,11}

Se ha demostrado que los injertos óseos cicatrizan en áreas con previa infección, siempre y cuando se haya logrado una estabilidad absoluta.

En el esfuerzo para maximizar la estabilidad producida por la fijación rígida, el grupo AO ha estudiado de forma extensa el principio de la compresión interfragmentaria. La meta de la osteosíntesis por compresión es una condición llamada estabilidad absoluta, en la cual no ocurren movimientos en el área de contacto interfragmentaria o entre el hueso y el dispositivo de fijación. ^{4,7,21,22}

La compresión de los segmentos fracturados aumentan la probabilidad de una cicatrización primaria ósea exitosa de dos maneras: la primera, es la generación de una precarga, la cual es la generadora de la fuerza a lo largo de la fractura mediante un sistema de fijación. La precarga provee estabilidad absoluta en la mandíbula mientras que las fuerzas dinámicas de tracción producidas por la carga no excedan las fuerzas de compresión interfragmentaria.

El segundo componente de es la fricción producida por la compresión de los segmentos fracturados del hueso. La cantidad de fricción producida es el producto de la fuerza de compresión y el coeficiente de fricción. Esta fricción entre los segmentos fracturados es benéfica, ya que ayuda a reducir la movilidad de la fratura producida por fuerzas torsionales.

Los efectos producidos por la compresión interfragmentaria (precarga y fricción) ayudan a estabilizar la fractura, minimizando las complicaciones tales como la osteomielitis y la no-uni3n.^{4,7,22}

Inicialmente, se tenía la preocupaci3n de que los efectos de la compresión en la cicatrizaci3n ósea podían causar necrosis. Asumiendo que la fuerza de compresión máxima de la compresión de las placas es de 300 kilopascales(kp)/cm², la fuerza compresiva del hueso no será alcanzada y la necrosis no se llevará a cabo. Cualquier tipo de necrosis que ocurra secundaria a la compresión de fragmentos óseos, se ha demostrado que tendrá una cicatrizaci3n ósea primaria. Múltiples estudios sugieren que no existe efecto osteogénico inherente a partir de la compresión, más que el beneficio de una estabilidad en una fractura, lo cual resulta en una cicatrizaci3n ósea primaria.

Las fuerzas de compresión se disipan a medida que se aleja de la placa, las fuerzas logradas durante la osteosíntesis por compresión no son estáticas

Existe una pérdida variable de compresión a lo largo del tiempo. La pérdida más grande ocurre durante los primeros días. Después de la pérdida inicial de compresión, las fuerzas residuales compresivas disminuyen gradualmente durante los siguientes meses.

Los principios de la AO para la fijación rígida se basan en los principios mecánicos de viga discutidos previamente. De forma idónea, gustaría colocar una placa en el borde superior de la mandíbula, donde las fuerzas de tensión predominan. Sin embargo, debido a que las raíces de los dientes y el canal alveolar inferior están presentes, la inserción de la placa en esta ubicación se asociará a una morbilidad inaceptable. Cuando se consideran las estructuras anatómicas adyacentes, la ubicación más aceptable para la colocación de una placa mandibular es el borde inferior.

Una placa estándar para fractura colocada en el borde inferior de la mandíbula, será capaz de proveer compresión a los fragmentos óseos, pero fallará en el control de las fuerzas de tensión de la superficie alveolar. A través de los años, se han desarrollado diversos métodos de fijación para proveer compresión de los segmentos fracturados mientras se minimizan fuerzas de tensión en la superficie alveolar.⁴

5.2. Cicatrización ósea primaria (Por fijación rígida)

El proceso de cicatrización sin la formación de callo es llamada cicatrización ósea primaria. Se ha demostrado que dos segmentos de hueso cortical llevados a contacto directo y fijados con estabilidad absoluta, cicatrizarán sin la formación de un callo externo. Desafortunadamente, una cicatrización ósea primaria absoluta es alcanzada raramente con fijación rígida. Se ha demostrado que las fracturas tibiales en los humanos que son fijados rígidamente, cicatrizan con un callo detectado por el escanéo de una Tomografía Computalizada en el 70% de los casos. Con la llegada de la fijación interna rígida y la compresión ósea con placas, floreció el interés en la cicatrización ósea primaria. Danis fue el defensor de este tipo de cicatrización, a la cual llamó soudure autogene, después traducida al inglés por Schenck y Willenegger (1967) como soldadura autógena. Seguido al desarrollo de placas óseas de auto compresión en 1949 por Danis, una multitud de diseños de placas emergió. Estas placas creaban compresión del hueso cortical en el lado opuesto. Estas observaciones trajeron conceptos de “cicatrización por contacto” y “cicatrización en brecha”.^{4,7}

5.2.1. Cicatrización por contacto

La cicatrización por contacto ocurre cuando hay una aposición directa de superficies de hueso cortical. Este tipo de cicatrización comienza en una distancia desde el sitio de fractura en una región de hueso viable. Los canales harvesianos en cualquier lado de la fractura, son ampliados por los osteoclastos que lentamente hacen su camino uno sobre otro (Figura 14). Estos osteoclastos están enfrente de los “conos cortantes”, los cuales migran a través la línea de la fractura en una velocidad de 50 a 80 μm por día. Mientras los canales haversianos atraviesan el sitio de fractura, existe un crecimiento interno de nuevos capilares, así como osteoblastos. Los osteoblastos establecen hueso nuevo en forma laminar ósea circunferencial, a una velocidad de 2 μ por día en individuos jóvenes y 0.5 a 1 μm por día en individuos ancianos.

Con esta velocidad, el puente cortical ocurre en 8 semanas y se completa de forma usual en 16 semanas.

5.2.2 Cicatrización por brecha

Aunque de que la aposición cortical directa y cicatrización primaria ósea ocurren de manera frecuente directamente por debajo de las placas de compresión, existe de manera frecuente una brecha en las cortezas puestas de las placas. La cicatrización ósea primaria en estas regiones puede ocurrir de todas formas, por un proceso de curación denominado “cicatrización por brecha”, el cual provee de que habrá una estabilidad adecuada a lo largo del sitio de fractura. Con una fijación estable rígida, se ha demostrado que en las brechas tan amplias como de 100 μm , se llenan con laminado óseo maduro. Este nuevo hueso es depositado de forma paralela a la fractura y perpendicular al largo axial del hueso, pero eventualmente remodelado, para lograr una orientación paralela al largo axial del hueso. ^{4,7}



Figura 14. Diagrama demostrando la cicatrización por contacto y la cicatrización por brecha. (4)

5.3. Cicatrización ósea secundaria (Por fijación semirígida)

Las fracturas que no son fijadas de manera rígida, sanan en una manera relativamente organizada, por medio de un callo intermedio. Esta estructura fibrocartilaginosa estabiliza la fractura ósea y eventualmente se calcifica y remodela para tomar la forma del hueso previo a la lesión. El proceso puede ser dividido en un número arbitrario de etapas que ayudan al comprendimiento de la fisiología de la reparación ósea.

La tabla(de abajo) ilustra la secuencia de cambios histomorfológicos que toman lugar durante una fractura en hueso largo.

ETAPA DE INDUCCIÓN A LA INFLAMACIÓN

Inmediatamente a la fractura, un trastorno en los vasos sanguíneos en la médula, periosotio, endósteo y capilares haversianos lleva a la formación de un hematoma (figura 15).⁴



Figura 15. Fractura temprana con hematoma. (4)

Éste hematoma se forma dentro y alrededor de el sitio de la fractura y su magnitud es determinada por la cantidad de asociada de trituración ósea, desplazamiento, y tejidos blandos asociados lesionados. Las redes de fibrina formada dentro del hematoma fue pensado alguna vez que era una necesidad mecánica para la migración de célula que después se diferenciarán y ayudarán en la formación de callo fibrocartilaginoso.

Dentro de las primeras horas después de la fractura, las células que componen las capas internas del periostio comienza a sintetizar ADN y a proliferar. Esta actividad proliferativa ocurre, hasta cierto punto, a lo largo del periostio del hueso lesionado. Las células de la capa cambiante son pluripotenciales y producen osteoblastos, fibroblastos, y células con capacidad condrogénica. La organización del hematoma empieza con la invasión de una variedad de células transmitidas en la sangre, macrófagos, y elementos capilares endoteliales. El tejido de granulación predomina, con un crecimiento interno de brotes capilares derivados a partir de músculo circundante, de la misma manera que del periostio y del endostio.^{4,7}

El hematoma es removido de forma rápida y dentro de aproximadamente 3 días, la superficie periostal del hueso fracturado es recubierto por una delgada capa de tejido fibroso extendiéndose a lo largo del sitio de la fractura. Pequeñas regiones de hueso cortical adyacentes a el sitio de la fractura se vuelven necróticos. Ésta necrosis se cree que es debido a la isquemia, debido a que los osteocitos no pueden sobrevivir más de 0.1mm de los capilares funcionales más cercanos. El hueso necrótico en los bordes de la fractura se remodela por osteoclastos multinucleados que derivan a partir de monocitos de la circulación periférica.⁴

ETAPA DE CALLO (BLANDO) FIBROCARFILAGINOSO

La organización continua de un hematoma subperióstico lleva a la formación de una masa translúcida de tejido fibroso denso, fibrocartilago y cartilago (figura 16).



Figura 16. Callo (blando) de fibrocartilago. (4)

Este callo blando está compuesto por componentes externos e internos, la última jugando un rol importante en la inmovilización de los fragmentos de la fractura.

Los componentes internos derivan del endostio de la cavidad de la médula y del revestimiento del canal harvesiano. El componente externo deriva primariamente del periostio y de la organización del hematoma. La continuación de la proliferación de los osteoblastos en la capa cambiante de el periostio ocurre no solo en el sitio de la fractura, pero también en los sitios proximales y distales. Este proceso es análogo al puente de tramo, haciendo de la estabilización una prioridad a la cicatrización ósea. Mientras proliferan los osteoblastos en la capa de recambio de la región adyacente, y nuevo tejido osteoide se forma, el periostio se levanta en el hueso. En el sitio de fractura, la proliferación celular crea inicialmente un lugar para el suministro vascular, lo cual favorece la formación de cartilago. Varios tipos de colágena son sintetizadas durante la

cicatrización ósea. La colágena tipo III es la colágena que se encuentra en mayoría en la superficie, mientras que la colágena tipo I se secreta en grandes cantidades en formaciones trabeculadas óseas dentro de la matriz de tejido fibroso del callo blando. Mientras la circulación endostia y periostia se desarrolla, el tejido fibrocartilaginoso comienza a calcificarse y existe una conversión directa de condrocitos a osteocitos. El callo en su totalidad se convierte eventualmente en tejido inmaduro óseo durante las etapas subsecuentes a la cicatrización ósea.

ETAPA DE CALLO DURO

La etapa de callo duro comienza aproximadamente de 3 a 4 semanas seguidas a la fractura y se caracteriza por la formación de hueso endocondral. Es durante este periodo en el que existe una unión ósea del hueso cortical fracturado. La nueva formación surge a partir del periostio y del endostio, alejado del sitio de la fractura, creciendo hacia esta y reemplazando lentamente el callo fibrocartilaginoso (figura 17).

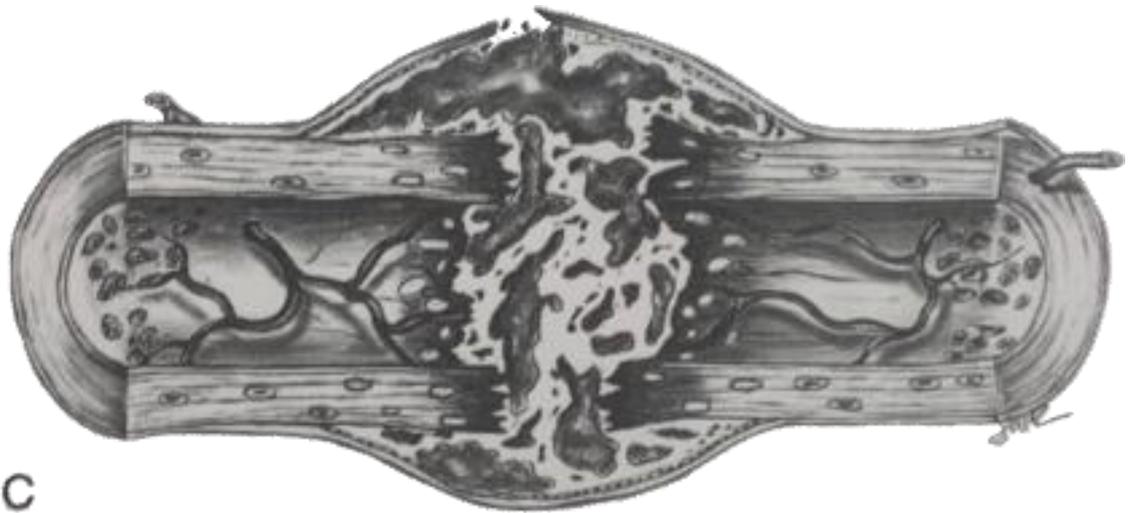


Figura 17. Callo duro. (4)

El primer hueso a formarse es hueso inmaduro, referido a menudo como tejido óseo. Es más celular y la laguna en la que los osteocitos residen no está tan aplanada, como lo están en el hueso maduro. Los condrocitos del callo fracturado en la región de calcificación se agrandan y sus paredes longitudinales se calcifican, eventualmente sometiéndose a degeneración. Los capilares que cargan con células osteogénicas, invaden el cartílago que están muriendo, con osteoblastos que se establecen sustancia osteoide en las espículas calcificadas de cartílago. La osteogénesis más cercana ocurre en la porción más estable del callo en la fractura, donde un puente óseo ha ocurrido, pero luego, la osteogénesis procede a incluir la brecha fracturada. El resultado final, si está presente una inmovilización satisfactoria, es la unión de los segmentos fracturados.

ETAPA DE REMODELAMIENTO

El tejido óseo inmaduro del callo duro se remodelará en los siguientes meses para formar hueso laminar compacto con el reestablecimiento de los sistemas de nutrición harvesianos. El trabeculado se orientará a sí mismo en la dirección de presiones funcionales de acuerdo al concepto descrito por Wolf en 1892. Así, si los segmentos de una fractura cicatrizan en un ángulo, los osteoblastos establecerán nuevo hueso en el lado convexo, esencialmente restaurando el hueso a su forma original. El remodelamiento es más rápido si el crecimiento no ha cesado, un fenómeno el cual ha sido demostrado durante la cicatrización de fracturas mandibulares en jóvenes.^{4,18,23}

Secuencia de los cambios histomorfológicos que toman lugar durante la reparación de una fractura en un hueso largo (cuadro 4):

TIEMPO POSTFRACTURA	HISTOLOGÍA	FISIOLOGÍA
Inmediata	Extravasación de sangre	
24 horas	Inflamación aséptica	
48 horas	Organización del coágulo	
4 días	Formación de hueso intramembranoso	Resorción de Hueso Necrótico
5 a 10 días	Cartílago hialino ↓ Fibrocartílago + calcificación	Remodelación del callo
30 días hasta el momento de la sanación	Formación de hueso trabecular ↓ Formación de hueso cortical	

Cuadro 4. Cuadro, detallando la secuencia de cambios histomorfológicos durante la cicatrización en huesos largos. (7)

CAPÍTULO II

Tratamiento de Fracturas Mandibulares

El tratamiento de las fracturas está dirigido hacia la colocación de los extremos del hueso en la relación adecuada, de manera que se toquen y mantengan esta posición hasta que se produzca la cicatrización.

El termino para utilizado para reubicar el hueso es la *reducción* de la fractura. El término empleado para mantener esta posición es *fijación*.^{3,7}

1. Antecedentes

Historia Medios de Fijación en Fracturas Mandibulares

La primera descripción de una fractura mandibular y de su tratamiento, data del siglo XVII a.C. en el “Papiro de Edwin Smith”, sustraído por Smith en Luxor 1862 y traducido después por Breasted. La actitud de los egipcios ante las fracturas mandibulares era en su mayoría pesimista:

“Si tú examinas a un hombre con una fractura mandibular, deberás poner una mano sobre la mandíbula...y encontrar esta fractura crepitando sobre tus dedos, deberás decirle concientemente: Alguien que tenga una fractura mandibular, sobre la cual se infligió una herida, una fiebre ganará de ella. Una enfermedad no a ser tratada. La muerte usualmente seguida, presumiblemente causada por infección”⁷

Sin embargo, el documento muestra que las fracturas simples eran tratadas con vendajes, obtenidos del embalsamador, mojados con miel y clara de huevo, mientras que las heridas eran tratadas con la aplicación de carne fresca en el primer día, un método el cual pudo haber

introducido enzimas tisulares y tromboplastinas sin, esperemos, muchas bacterias.

Históricamente, la sanación y la religión siempre estuvieron entrelazados. En el periodo Helénico, Hipócrates, nacido en la isla de Cos, miraba a los problemas médicos desde una perspectiva más práctica y mecánica, dejando a un lado las explicaciones religiosas. Hipócrates no solo ideó la técnica para la reducción de una mandíbula dislocada, sino que también enseñó métodos para inmovilizar una fractura mandibular. Los extremos de la fractura eran reducidos a mano y el sitio de fractura era inmovilizado por oro o hilos de lino, atados a los dientes adyacentes. Además de esta inmovilización intraoral, recomendaba fijación extraoral con tiras de pieles Cartágenas pegadas a la piel, los extremos los cuales iban atados al cráneo. De acuerdo a Hipócrates, la fractura sanaría en 20 días si se usaba este método de fijación, siempre y cuando no se desarrollara una infección.^{19,20,24}

Durante el periodo del Imperio Romano (23a.C.- 410 d.C.) pocos avances de dieron a los métodos Hipocráticos tradicionales.

Celso menciona la técnica: “reposicionando los fragmentos usando dos dedos, después atar dientes adyacentes con cabello de caballo, o si estos se encuentran perdidos, con dientes más lejanos”. El tratamiento posoperatorio incluía el frotamiento de la herida con vino, aceite o harina. Le prohibía a sus pacientes hablar y les decía que vivieran exclusivamente de dieta líquida por varios días.

En el año 500 después de Cristo, el cirujano hindú Sushruta escribió un tratado sobre operaciones. Recomendó el tratamiento de las fracturas mandibulares con vendajes complicados y férulas de bambú cubiertas de harina y pegamento, aplicados debajo del mentón para inmovilizar las fracturas.

En el siglo XVIII, el tratamiento para fracturas dentales era dado por barberos. El tratamiento consistía en restablecimiento de la oclusión, asegurando que se mantuviera la oclusión normal y que los dientes adyacentes a la fractura, fueran unidos con ligaduras, y que la mandíbula fuera inmovilizada con vendajes. Un vendaje pasaba del mentón hasta la parte superior de la cabeza, y se colocaba otro vendaje que reconstituía por encima y alrededor del occipucio, como se observa en la figura 18.

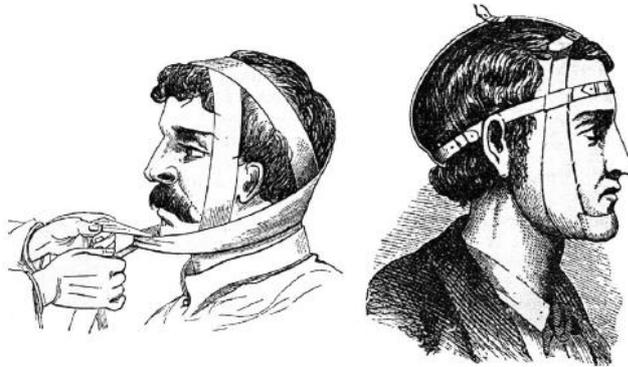


Figura 18. Vendajes para inmovilizar la mandíbula, Garretson (izquierda) y Hamilton (derecha).
(19)

En 1743, Bunon buscó una mejora en la estabilidad, tallando un bloque de acero, haciendo una tablilla dental, a la cual amarró todos los dientes inferiores, por medio de hilos.

En 1779, Chopart y Desault describieron una tablilla dental, esencialmente un canal superficial de acero, puesta por encima de una tabla oclusal inferior, la cual estaba sujeta inferiormente a el borde inferior de la mandíbula y un dispositivo de tornillo externo, como se observa en la figura 19. Variaciones de este principio fueron empleadas por mucho tiempo, siendo introducidas en Alemania por Rutenick en 1799, quien aplicó mayor estabilización mediante un arnés de cabeza unido a un casco con cintas.¹⁹



Figura 19. Aparato para inmovilizar una fractura mandibular, de acuerdo a Chopart y Dessault (1779). (19)

En el siglo XIX, hubo cambios graduales en el manejo de las fracturas mandibulares, de ser una actividad llevada a cabo por cirujanos generales, a ser llevada a cabo por cirujanos dentistas, debido a que el manejo de las fracturas dependía en la manipulación de la dentición. Materiales dentales modernos facilitaron la construcción de férulas dentales. Éstas eran dominadas por el cirujano dentista.

Muchos refinamientos fueron introducidos por la mejora de férulas intraorales y extraorales o el uso de alambre para fijación transmandibular o cirun-mandibular, para inmovilizar la mandíbula de forma directa o indirecta.

La fijación externa comúnmente causaba infección y el riesgo de una maloclusión.

Para el año de 1826, Rodgers hizo una de las primeras reducciones abiertas. Insertó suturas de alambre en un caso de pseudoartrosis del húmero. Se le acredita a Baudens, ser el pionero en alambrar fracturas mandibulares, y en los inicios de 1840, usó alambres circunferenciales para inmovilizar una fractura oblicua.

Tiempo después (1847), Buck aplicó suturas de alambre directamente a hueso fracturado mediante la perforación de hoyos en segmentos adyacentes y unirlos. Modificaciones a esta técnica, mediante el uso de doble alambre (Röse) y la sutura con alambre en “figura en 8” (Raas) mejoró la estabilidad, pero antes de la llegada de los antibióticos, pocas heridas intraorales sanaban sin la presencia de infección.

Hasta ese momento, todas las fracturas eran reducidas manualmente, sin la ayuda de la anestesia en procedimientos con pacientes. La introducción de la anestesia fue por parte de Horace Wells en 1844, revolucionando la práctica de la Cirugía.

En 1855, Hamilton introdujo las férulas de gutapercha que era preparada dentro de la boca del paciente después de la reducción de la fractura. Esta tablilla fue usada en varias aplicaciones, particularmente durante la Guerra Civil.

Kingsley desarrolló un aparato (llamado “El aparato de Kingsley”, mostrado en la figura 20), el cual juntaba barras, por medio de las cuales las férulas y la mandíbula se obligaban a mantenerse unidas firmemente en conjunto con un un vendaje externo que pasaba de una barra a otra por debajo del mentón. ¹⁹



Figura 20. La férula de Kingsley (arriba) y su aplicación (abajo). (19)

En 1858, Hayward desarrolló una férula metálico para fracturas dislocadas severas, la férula se ajustaba a las necesidades individuales en la base de un modelo de yeso, de la mandíbula. Los fragmentos de la mandíbula eran forzados dentro de la férula, de forma tan efectiva que se reducía la fractura.

En 1866 Thomas Gunning desarrolló la “Férula de Gunning” para el Sr William Seward, el Secretario de Estado de Abraham Lincoln. Seward tenía fracturas bilaterales en el cuerpo mandibular después de caerse de un carruaje. La férula era una pieza sencilla de vulcanita con un espacio para comer, como se muestra en la figura 21. Se usaron tornillos para juntar el paladar duro a la mandíbula. Una modificación de esta férula se usa hoy en día.

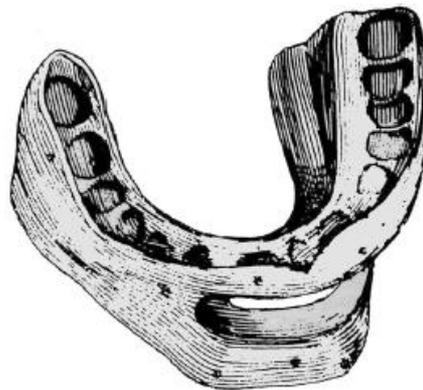


Figura 21. La Férula de Gunning (1866). (19)

En 1871, el dentista londinense Gurnell Hammond desarrolló una férula con ligadura de alambre para la inmovilización de la mandíbula. Un alambre pesado de acero era adaptado sobre los dientes en los modelos de trabajo, una vez hecha la reducción mandibular. La tecnología de hoy en día es básicamente igual, en forma de arcos barra.^{17,19}

En 1887, Thomas L. Gilmer introdujo la fijación intermaxilar (técnica olvidada por centurias) y el uso de arcos barra para fracturas mandibulares. Su técnica demostró ser superior en circunstancias tales como fracturas en conminuta y fracturas en mandíbulas atróficas. El inconveniente de su técnica era la falta de confort y dolor, al igual que el cambio de dieta de sólida a líquida, lo cual llevaba a una pérdida de peso y desnutrición.

En 1890, el Dr. Angle introdujo un método de fijación, el cual consistía en la colocación de bandas en los dientes superiores e inferiores del lugar donde se encontraba la fractura y alrededor de los brazos cortos fijos de estas bandas, envolver un alambre que las mantuviera juntas, de tal forma que se usara la maxila como férula (figura 22).

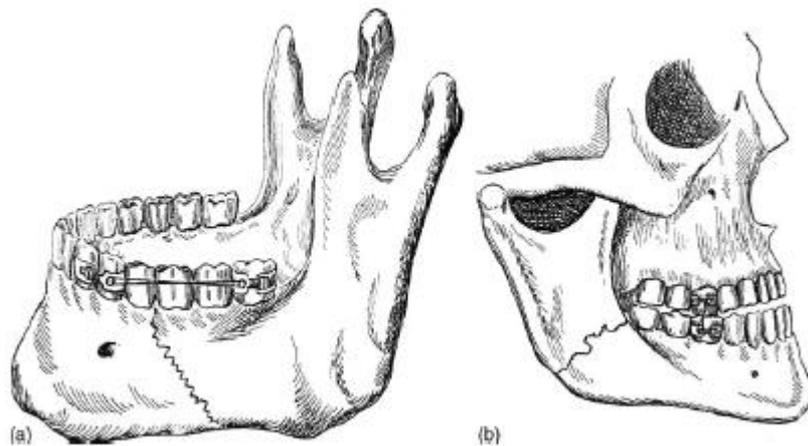


Figura 22. El aparato de Angle (a) y la fijación intermaxilar de Angle (b). (19)

La Guerra de Trincheras resultó en lesiones extensas maxilofaciales de miles de soldados. Los cirujanos militares eran forzados a improvisar aparatos para sus pacientes y de manera frecuente creaban férulas a partir de monedas, cables de teléfono y latas de carne.

El casco Amex (figura 23), diseñado para las Fuerzas Americanas de Expedición, se hizo popular entre los cirujanos franceses y británicos. Tenía una banda de acero ajustable, que se ajustaba alrededor de la cabeza, con bandas craneales ajustables y una cuerda perpendicular ajustable y un arco facial horizontal. Este aparato lograba la fijación de ya sea tejidos blandos o fragmentos óseos y era usado en muchos pacientes con lesiones de cabeza o mandíbula.



Figura 23. Casco de Amex, diseñado por Las Fuerzas Americanas Expedicionarias (Primera Guerra Mundial). (19)

El Dr. H Kazanjian, el oficial en jefe dental en la Universidad de Harvard fue enviado a Inglaterra a asistir el cuidado para soldados lesionados durante la Primera Guerra Mundial. Estableció planes de tratamiento para lesiones maxilofaciales inmanejables, mediante el alambrado de pequeños pedazos mandibulares destrozados, y la construcción de férulas especiales y caucho interno vulcanizado que prevenía la contracción de la cara hasta que los cirujanos estuvieran en posición para injertar hueso o piel en las áreas dañadas. Debido al éxito extraordinario de sus técnicas, los periodistas denominaron a Kazanjian “El hombre

milagro del frente Oeste”. Kazanjian fue considerado pionero en el campo de la cirugía reconstructiva moderna.

Durante las siguientes décadas, hubieron muchas variaciones para la ferulización y las técnicas de fijación intermaxilar, la más notable fue ideada por Robert H. Ivy(1922). Modificó la técnica de fijación intermaxilar mediante la creación de un loop (ojete) en el alambre ligadura, la cual después se convirtió en popularmente conocido “Ivy Loop” (o Loop de Ivy).

Aunque el primer enclavamiento cutáneo de huesos largos fue realizado por Parkhill en 1897, el uso de los alambres de Kirschner para tratar fracturas mandibulares fue publicado únicamente en 1932. Después de restaurar la oclusión, los fragmentos fracturados fueron arreglados con un pin insertado transcutáneamente .

La “Fijación externa desarrollada por Ginestet, en 1936 (figura 24), se hizo popular en el mantenimiento de las fracturas del complejo facial encontradas en la guerra de 1939 y 1945 y fue de común uso durante el periodo de la Guerra de Vietnam.¹⁹

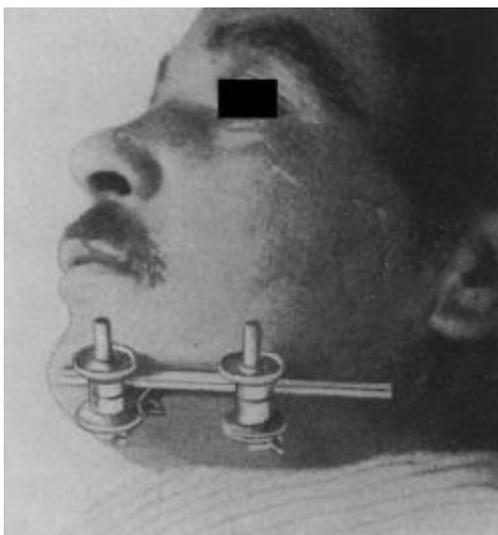


Figura 24. Fijación externa (“Fixateur externe”) desarrollado por Grace George Ginestet en 1936. (19)

2. Indicaciones

2.1. Tratamiento no quirúrgico en adultos

1. Para fracturas no desplazadas, estables, favorables o incompletas en las que no se observan cambios en la oclusión, se recomienda reducción cerrada utilizando fijación interdentalomaxilar
2. Se recomienda el uso de arcos barra de Erich, para inmovilizar ambas arcadas: maxilar y mandibular.
3. Los arcos barra de Erich proveen fijación semirígida; se recomienda que cada diente (incluyendo el primer molar) sea alambrado en cada lado de ambas arcadas, y posteriormente, colocar tracción elástica o candados de alambre entre ellos.¹⁵

2.2. Tratamiento Quirúrgico en Pacientes Adultos

1. En pacientes con masa muscular delgada que sufren de una fractura mandibular lineal con desplazamiento único, menor a 5 mm de distancia, sin daño dental, sin antecedentes de consumo de drogas y de bebidas alcohólicas se recomienda : utilizar el sistema de placas y tornillos 2.0 para mandíbula bajo el principio de carga compartida.
2. En aquellos pacientes con masa muscular abundante y piezas dentales insuficientes que sufren de una fractura mandibular caracterizada por un desplazamiento mayor a 5 mm, con múltiples trazos en cualquiera de las zonas anatómicas, y que tienen incapacidad o poca disposición para seguir las indicaciones posquirúrgicas, así como antecedentes de tabaquismo, consumo de alcohol o drogas, se recomienda: utilizar materiales de osteosíntesis de mayores dimensiones, para poder cumplir con el principio de carga absorbida, y disminuir así el riesgo de complicaciones al brindarles mayor estabilidad a los trazos de fracturas mandibulares.¹⁵

3. Para el manejo de las fracturas sinfisarias y parasinfisarias se recomienda la reducción abierta y fijación interna con tornillos de deslizamiento
4. En pacientes con fracturas sinfisarias de trazo lineal simple, con desplazamiento menor a 5 mm se deben seleccionar aquellos sistemas que cumplan con el principio de carga compartida, así como considerar los abordajes intraorales.
5. En caso de diastasis lingual de fracturas sinfisarias y parasinfisarias se recomienda utilizar placas LC-DCP (low contact dynamic compression plates) con moldeado y pretensado de las mismas.
6. Las fracturas del cuerpo, rama y ángulo mandibular que tienen trazo simple lineal, con desplazamiento menor a 5mm, son susceptibles de manejo con placas de 2.0 para mandíbula, dado que se cumplirá el principio de carga compartida.
7. Las fracturas sinfisarias, parasinfisarias, del cuerpo, rama y ángulo mandibular que son multifragmentarias y con desplazamiento mayor a 5 mm requieren de material de osteosíntesis de mayor perfil, dado que es obligado cumplir el principio de carga absorbida, para evitar inestabilidad de los fragmentos durante el período de consolidación.
8. En fracturas subcondíleas únicas con desplazamiento medial mayor de 90 grados y en las fracturas subcondíleas dobles recomienda la reducción abierta, pudiendo ser con sistemas de miniplacas 2.0 o tornillos de deslizamiento.
9. En aquellos casos con hueso mandibular de mala calidad requerirán consideraciones especiales para seleccionar el material de osteosíntesis de dimensiones mayores (por ejemplo en hueso atrófico u osteoporótico producido por radioterapia, cirugías previas fallidas o por infección).¹⁵

10. Los criterios terapéuticos recomendables para la selección del material de osteosíntesis en atrofia mandibular son:

Utilizar implantes de mayor espesor y tamaño, con un número suficiente de tornillos a cada lado de la fractura

Cumplir con el principio de carga absorbida para buscar estabilidad interfragmentaria adecuada y así, limitar los posibles trastornos de consolidación

11. Se recomienda utilizar los siguientes sistemas de osteosíntesis diseñados exclusivamente para el tratamiento de hueso con atrofia:

Sistemas de 2.4 de reconstrucción Sistemas cerrojados (o unilock)

12. En casos con cirugía previa y resultados no favorables (retardos de consolidación), se requerirá reintervención con criterios más agresivos en relación a material de osteosíntesis en dimensión y extensión, así como aplicación de injerto óseo.

13. Los casos de lesión tumoral o quística agregada serán valorados de acuerdo a las dimensiones de la masa a resear, así como a la atrofia resultante posterior a la resección, con el propósito de determinar la magnitud del implante que se requiere, el cual debe proporcionar la estabilidad suficiente para soportar la demanda biomecánica mandibular.¹⁵

2.3. Criterios de referencia y contrareferencia

1. El paciente con sospecha de fractura mandibular se debe referir al segundo nivel de atención médica en dónde el cirujano maxilofacial deberá realizar el manejo quirúrgico; en caso de no contar con los recursos necesarios deberá referirse a tercer nivel de atención.
2. Los pacientes con sospecha de fractura mandibular con lesiones múltiples asociadas deben referirse al tercer nivel de atención médica para un manejo interdisciplinario.¹⁵

3. Tratamiento sin reducción

Es el tipo de tratamiento conservador, se presenta únicamente una localización de la línea de fractura radiográficamente. Al no existir pérdida de continuidad considerable, se prefiere por mantener una dieta blanda y esperar una resolución por cicatrización primaria.²

4. Tratamiento con reducción

4.1. Reducción cerrada

Se dispone de varios métodos de reducción. El más simple es la reducción cerrada, es decir, la manipulación sin exposición quirúrgica del hueso a la vista. En la reducción cerrada de los huesos largos, el cirujano no ortopédico tracciona o manipula el hueso bajo la piel intacta, hasta que la fractura está en su posición correcta.

La mayoría de las fracturas recientes en los maxilares pueden reducirse manualmente.

En las más viejas, en las que los segmentos óseos no se mueven con libertad, la tracción provista por bandas de goma entre los maxilares ejerce una fuerza potente y continua que va a reducir una fractura obstinada entre 15 minutos y 24 horas.

La tracción elástica supera tres factores: la tracción muscular activa que desplaza a los fragmentos (que es la principal causa de malposición), el tejido conectivo organizado en el sitio de la fractura, y la malposición provocada por la dirección y la fuerza del traumatismo. Una fractura del maxilar superior generalmente está desplazada hacia atrás por la fuerza, y debe ser llevada hacia adelante por medios manuales o tracción elástica. Rara vez estos huesos requieren separación quirúrgica, excepto en el caso de un tratamiento demorado cuando una fractura ha cicatrizado en malposición (malunión).⁵

4.1.1. Fijación externa

4.1.1.1 Fijación Intermaxilar

También llamada Fijación Maxilo-mandibular, la fijación intermaxilar, es decir la fijación obtenida por la aplicación de alambres o bandas elásticas entre los maxilares, a los que se han fijado elementos de anclaje adecuados, tratará con éxito la mayoría de las fracturas de la mandíbula. Los principales métodos para tal fijación son la colocación de alambres, de arcos-peine y de férulas.⁵

El propósito de la Fijación intermaxilar es inmovilizar los maxilares superiores e inferiores en una relación oclusal, asegurándolas una a la otra con los muchos métodos aceptados de fijación. Si se colocan de forma correcta, el método de fijación mantendrá la mandíbula en una oclusión deseada.¹⁸

Las principales metas a cumplirse durante la colocación de la fijación intermaxilar, es la estabilización, inmovilización y el mantenimiento de la oclusión.

Históricamente, se han usado varios métodos diferentes para lograr la inmovilización y el alineamiento. El vendaje de Barton, barras arco de alambre, barras arco de Erich, ligaduras de Ernst, loops de Ivy, tornillos de fijación para Fijación Intermaxilar, mantenedores circunferenciales de plástico (Rapid IMF, Synthes, West Chester, PA) son unos cuantos métodos que han sido usados.

Existen varios principios clave que guían al cirujano, quien es el que considerará la colocación fijación intermaxilar en el paciente:

1. Oclusión, la cual es el mantenimiento o establecimiento de una relación óptima oclusiva entre los maxilares superior e inferior, es el ideal dominante y la meta principal de la FIM. Dependiendo de la situación clínica esta puede ser oclusión clase I, u óptima.
2. La inmovilización de las fracturas, la cual es la reducción del movimiento a lo largo del trastorno del hueso, ya sea por una fractura

traumática o una osteotomía iatrogénica electiva, es importante el tiempo de cicatrización o de unión. El movimiento a través de las interfases de cicatrización del hueso es un factor clave en una maunión o no-unión.

3. La viabilidad de los dientes, la cual depende de vascularidad intacta y estabilidad. Las técnicas de FIM deben de resistir estos factores, y no interrumpir ninguno a través de la colocación de los materiales de FIM.
4. Funcionamiento temprano. En ciertas situaciones clinicas, particularmente en el caso de las fracturas de cóndilo y cuello condilar, disposiciones para la opción de grado de movilización deberían de ser aseguradas por la técnica de FIM usada.^{14,25}

Arcos barra de Erich

Durante varios años, los arcos barra de Erich, han representado el método más confiable de colocación de una FIM en un paciente. Los arcos barra por sí mismos proveen de una barra de andamio semirrígida a la cual cada arcada dental está alambrada. Los arcos barra son después alambrados juntos, asegurando las relaciones oclusales.

Los arcos barras de Erich pueden ser difíciles de colocar si el paciente tiene dentición escasa o si existen múltiples dientes avulsionados o inestables. Fracturas dentoalveolares y fracturas en conminuta pueden volver la colocación más difícil.

El procedimiento para la colocación de los arcos barra de Erich, es el siguiente, mostrado en la mostrada en las figuras 25 y 26:

- A) Después de que el material de los arcos barra es cortado de acuerdo a la longitud de cada arcada dental, se coloca la barra a lo largo de la superficie bucal de la arcada dental, las salientes se orientan apicalmente. Un alambre de calibre 24 o 26 se pasa interdentalmente alrededor de cada diente, de tal forma que un extremo del alambre se posiciona oclusal y el otro apical a la barra
- B) Cada alambre se gira conforme a las manecillas del reloj, así se enreda alrededor del diente, apical a la corona.
- C) Los extremos retorcidos son cortados y luego se doblan hacia abajo, hacia la encía, también en dirección a las manecillas del reloj.
- D) El paciente se coloca en oclusión y los 2 arcos barra se asegurarán el uno contra el otro, cada uno con loops de alambre o con bandas de goma.
- E) Arcos barra completos (figura 26).

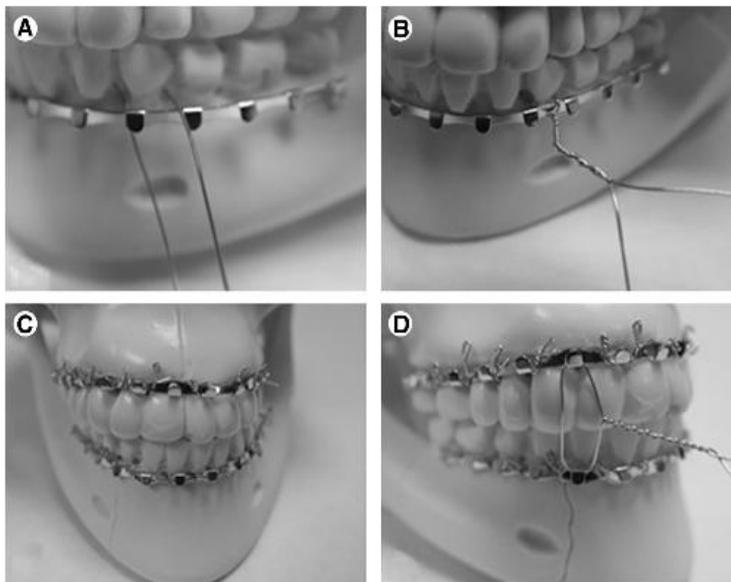


Figura 25. Colocación de Arcos barras de Erich para Fijación Intermaxilar (18)



Figura 26. Arcos barras de Erich para Fijación Intermaxilar (18)

Loops de Ivy

Los loops de Ivy están dentro de los primeros métodos usados para proveer de una fijación intermaxilar, y siguen siendo usados actualmente. Los loops de Ivy permiten al paciente ser colocado en fijación intermaxilar y permiten la estabilización de los dientes adyacentes, uno al otro. Algunos autores sienten que tienen ventajas que les permiten ser usados en niños con dentición mixta y primaria. Los loops de Ivy se hacen y se colocan como sigue la figura (27):

1. Se crea un pequeño loop en un alambre de calibre 24 (figura 27.A)
2. Los dos extremos se colocan entre 2 dientes estables (figura 27.B)
3. El alambre se envuelve alrededor de cada diente y retomado a través del siguiente interespacio (figura 27.C)
4. El alambre distal se pasa a través del loop original (figura 2D) y amarrado.
- 5.El mismo procedimiento se lleva a cabo para cada arcada dental, directamente opuesto al primer loop de Ivy. (figura 27.E)

6. Cada uno de los loops puede ser apretado aún más para decrecer el tamaño del loop y su longitud.
7. Un segundo alambre deberá ser usado a través de los 2 loops de Ivy opuestos y apretados conforme a las manecillas del reloj, tal como en los arcos barra de Erich. (figura 27.F)⁸

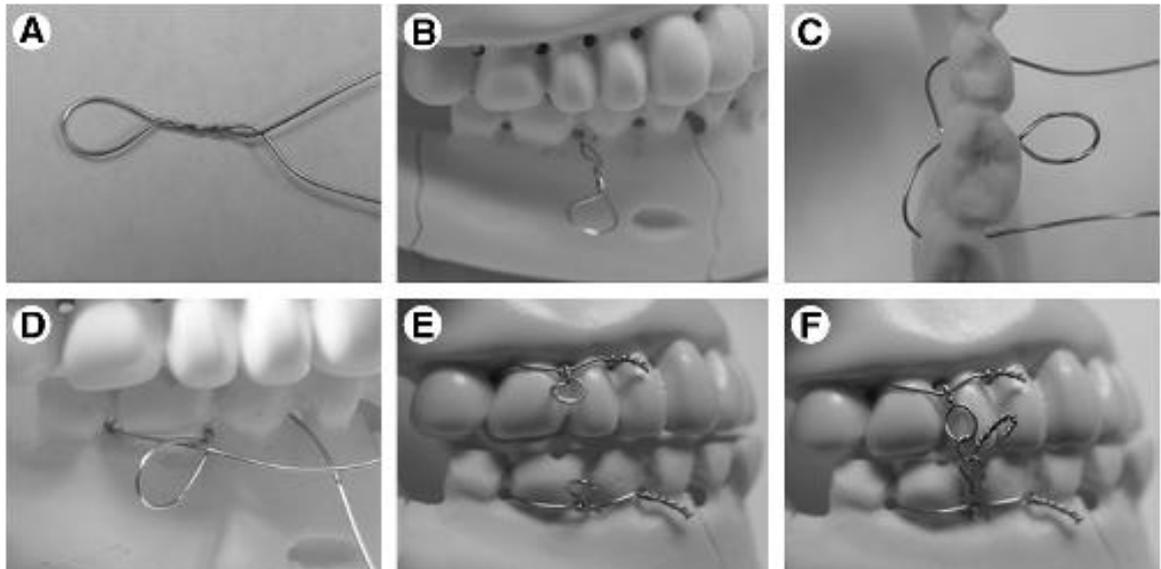


Figura 27. Colocación de loops de Ivy para fijación intermaxilar. (18)

También se pueden colocar bandas elásticas sobre los loops, si se prefiere.¹⁸

Ligaduras de Ernst

Las ligaduras de Ernst son otro método honrado en su tiempo, para la colocación de fijación intermaxilar de los pacientes. Existen similitudes con la técnica usada en la creación y colocación de los loops de Ivy. Las ligaduras de Ernst son usadas de preferencia para fijación temporal y fracturas simples. En algunas situaciones clínicas, tales como en fracturas conminutas e inestables, no son consideradas como suficientes para estabilizar los segmentos de una fractura. Los dientes usados para el alambrado deben de ser asegurados y no deben de estar fracturados o luxados.¹⁸

La colocación de la ligadura de Ernst es la siguiente, mostrado en la figura 28:

- A) Se coloca un alambre de calibre 24 entre el canino y el primer premolar, en dirección de bucal a palatino y luego se pasa en dirección inversa de regreso a través del espacio de los premolares.
- B) El otro extremo del alambre se pasa por detrás del segundo premolar en una forma similar.
- C) El segundo extremo también se pasa de regreso entre el espacio interdental premolar, de forma tal que un extremo del alambre deberá estar por encima y otro por debajo del loop del alambre creado en el lado bucal de los dientes.
- D) Estos extremos de alambre después son después retorcidos, apretados y cortados, alrededor de 4 a 5cm de longitud.
- E) La colocación idéntica del alambre se realiza en la arcada opuesta y en par similar a su lado contralateral.
- F) Los extremos de estos 2 pares son después retorcidos juntos después de colocar al paciente en oclusión.^{18,26}

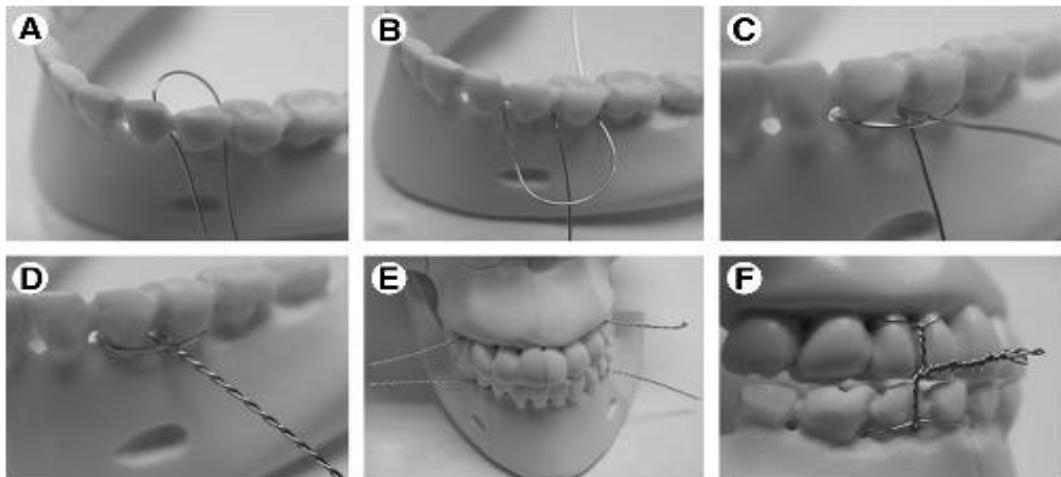


Figura 28. Colocación de ligaduras de Ernst para fijación intermaxilar. (18)

Tornillos de Fijación

Esta es una de las técnicas más recientemente introducidas para la colocación de fijación intermaxilar en los pacientes. Muchas compañías manufacturan kits específicos para esta técnica. Las ventajas son, que tienen una aplicación más rápida que la mayoría de otras técnicas. Las desventajas incluyen que provee estabilización de diente a diente dentro de la arcada dental, y existe un riesgo notable a lesión dental. El nervio mentoniano y los nervios infraorbitarios deberán ser localizados y preservados con esta técnica. La técnica es aplicada probablemente mejor en situaciones de corto tiempo.⁹

La técnica para la aplicación de esta técnica es la siguiente, mostradas en la figura 29:

- A) Las raíces caninas se identifican en ambas arcadas dentales. Se coloca un tornillo ya sea mesial o distal a la raíz canina y 5 mm apical a la raíz dental.
- B) Por lo menos, 2 tornillos se aseguran en la maxila y 2 en la mandíbula.
- C) Después de la reducción del paciente a la oclusión deseada, se usa un alambre 24 para modelar un loop, el cual se coloca por encima del hombro del tornillo en cada maxilar opuesto y se aprieta.
- D) El cruzamiento de cables puede ser añadido para crear fuerzas vectoriales, las cuales pueden ayudar con la estabilización de la fractura.¹⁸

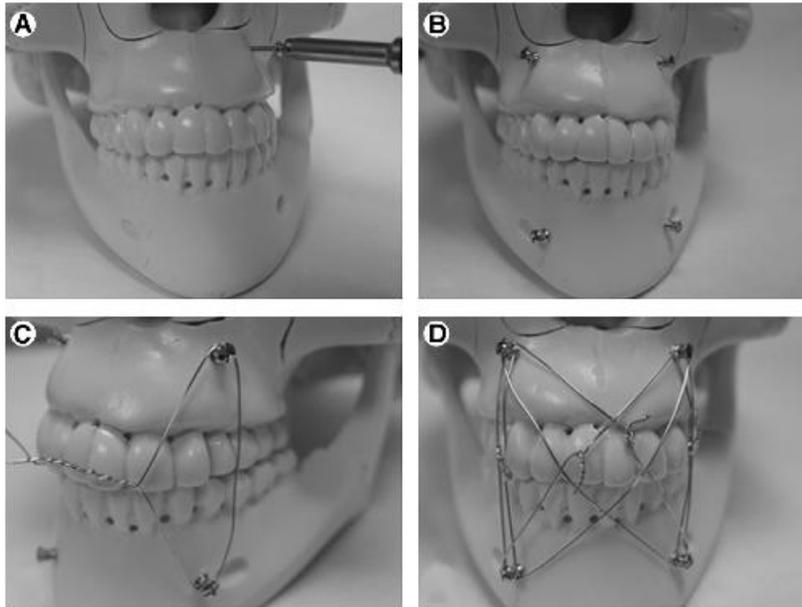


Figura 29. Tornillos de fijación para fijación intermaxilar. (18)

Férulas

Las férulas se emplean cuando la colocación de alambres en los dientes no va a proveer fijación adecuada, o cuando la ferulización horizontal a través de una zona de fractura es necesaria, así como en algunos casos en que está indicada la inmovilización de las partes fracturadas sin cerrar la boca por fijación intermaxilar.⁸

La férula de acrílico se hace con una impresión de manera que cubra un mínimo de las caras oclusales de los dientes y tanto de su superficie vestibular y lingual como lo permitan las retenciones. No se invaden los márgenes gingivales. La cara lingual es continua. La superficie vestibular está unida a la porción lingual por detrás del último molar, sea por la continuidad del acrílico o por un conector de alambre. Se hace un corte vertical en la línea media del flanco vestibular a través de un botón de acrílico grande. Se coloca la férula sobre la mandíbula fracturada y reducida, y se unen ambas mitades del botón de acrílico fijándose las con alambre (figura 30).^{5,25}



Figura 30. Férula de Acrílico (4).

La férula de plata con cofias coladas requiere de impresiones de los arcos antagonistas. El modelo inferior se cierra a través de la línea de fractura. Se vuelve a armar el modelo en la oclusión correcta y se fija en esta posición, haciéndole un nuevo zócalo. Se forma una nueva férula hasta los márgenes gingivales con cera en láminas calibre 28. Se establecen las relaciones oclusales en el encerado llevando a una relación céntrica adecuada con los modelos antagonistas, mientras que la cera está blanda. Se ponen los bebederos con cera para incrustaciones. Cuando éstos están colocados, se retira el encerado del modelo de yeso-piedra en dirección oclusal mientras que la cera se entibia para eliminar las retenciones. El encerado se monta sobre una base para colados grande, con una técnica de revestimiento en un solo paso con una hoja de amianto en el aro. Se cuela en plata de acuñar 550-800°C y se termina (figura 31).^{5,26}

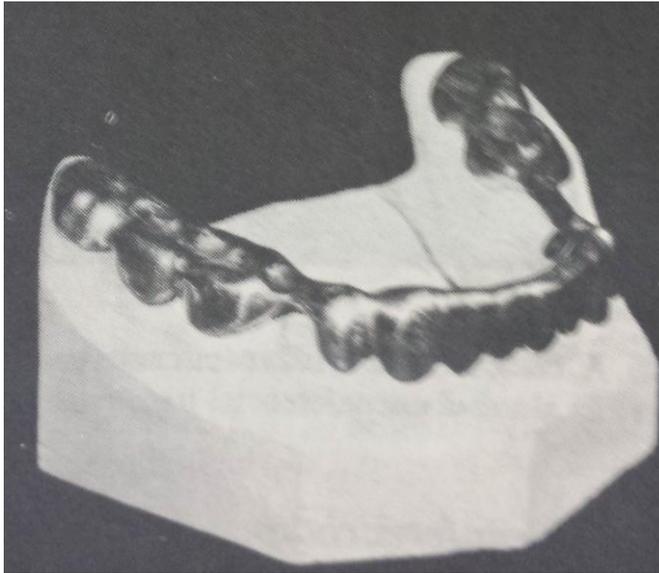


Figura 31. Férula con cofias colada en plata. (5)

La férula generalmente está indicada en los casos muy simples o muy complejos. Si un cirujano bucal sufriera una fractura mandibular simple dentro de la zona de dientes, probablemente preferiría una férula de plata con cofias coladas de manera que los maxilares no se mantuvieran ligados con alambre entre sí.

La férula de acrílico ha caído en gran medida en desuso, exceptuando los niños con dientes primarios, en los que es a veces difícil la colocación de alambres.^{5,24}

Otras técnicas

Algunos intentos para hacer la fijación intermaxilar menos traumática para el paciente, de colocación más rápida, y segura para el cirujano (para reducir las puntas de alambres) han sido realizados.

Los materiales para ferulización se pueden convertir en necesarios en una mandíbula edéntula. Éstas férulas personalizadas de acrílico se fijan a la mandíbula y después sirven de arcada dental para la inmovilización en la reducción maxilo-mandibular. ¹⁸

4.2 .Reducción abierta

No es posible reducir todas las fracturas satisfactoriamente por procedimientos cerrados. La fractura que a menudo se encuentra en el ángulo de la mandíbula es difícil de reducir, debido a la dificultad de contrarrestar la poderosa tracción de los músculos masticadores de esa zona. En el caso de la fractura del ángulo, sin embargo, la reducción abierta se hace más por la fijación que por la reducción.

Cuando el hueso se expone quirúrgicamente, se tallan orificios a ambos lados de la fractura, se cruza un alambre sobre el trazo de la misma, y se aproximan correctamente ambos lados de la fractura, se cruza un alambre sobre el trazo de la misma, y se aproximan correctamente ambos extremos del hueso. Además de una buena fijación, la fractura puede ser reducida exactamente por visión directa. La aproximación perfecta no se da siempre con los procedimientos cerrados. Puede afirmarse, sin embargo, al pasar, que las fracturas de los maxilares que se producen dentro del arco que guían al otro arco a la oclusión preexistente.

No es tan probable que esto ocurra en fracturas de otras partes del cuerpo, en que se requiere una manipulación que se hace a través de grandes masas musculares. La reducción en estos últimos casos no necesita ser tan crítica como en la fractura de los maxilares, que deben presentar oclusión exacta.

Otra ventaja de la reducción abierta, particularmente en una fractura vieja, es la oportunidad que tiene el cirujano de limpiar el tejido conectivo que se está organizando y los restos que existen entre los extremos óseos, que demorarían la cicatrización en la nueva posición si se dejan interpuestos.

Las desventajas de la reducción abierta son:

- 1) el procedimiento quirúrgico remueve el coágulo protector de ese sitio, y se incide el periostio intacto
- 2) el posible la infección aún con procedimientos asépticos extremos y antibióticos
- 3) se requiere un procedimiento quirúrgico, lo que aumenta el tiempo de hospitalización y los costos
- 4) se presenta una cicatriz cutánea.

4.2.1. Fijación interna

4.2.1.1. Definición

El cirujano ortopédico reduce una fractura simple de los huesos por un procedimiento cerrado y luego emplea un yeso para fijarlo. El cirujano bucal frecuentemente combina ambos procedimientos en el uso de un mismo aparato. Cuando los huesos de los maxilares contienen dientes, la oclusión de los mismos puede utilizarse para guiar la reducción. Colocando alambres arcos-peine o férulas sobre los dientes y luego extendiendo bandas elásticas o alambres desde el arco inferior al superior, los huesos son sostenidos en su posición adecuada por medio de una interdigitación correcta y armoniosa de los dientes. Las férulas de yeso no son necesarias ni factibles.

La fijación de las fracturas de los maxilares se logra en pasos graduales. Por lo general, la fijación intermaxilar por medio de alambres, arcos peine o férulas, es el primer paso. En muchos casos esto es todo lo que se necesita. Sin embargo, si resultara insuficiente, puede hacerse por medio de una técnica abierta la colocación de alambres directamente a través de orificios practicados en el hueso. Esto se hace además de la fijación intermaxilar.

Se han empleado otros métodos además de la reducción y la fijación directa del hueso con alambre para maneja la fractura del ángulo.

Hace tiempo que se han descartado totalmente las extensiones distales de férulas intraorales y las extensiones externas de casco de yeso hacia un orificio en los fragmentos proximales. A veces se usa la fijación con pernos medulares. Las partes son reducidas y se introduce un perno largo y agudo de acero inoxidable en la longitud del hueso, atravesando la línea de fractura. El perno se emplea más frecuentemente en las fracturas de la sínfisis de la mandíbula y con relativamente poca frecuencia en las fracturas del ángulo mandibular.^{4,5,7,10,27}

Es interesante notar los cambios en el pensamiento de la profesión a lo largo de los años con respecto a la reducción abierta. Antes de la segunda guerra mundial, las operaciones abiertas en los huesos frecuentemente traían como resultado una osteomielitis. Las fracturas complicadas de los maxilares eran tratadas con todo tipo de implementos. Desde el comienzo de la segunda guerra mundial, el procedimiento habitual ha sido la reducción abierta. Los antibióticos, la introducción de metales tolerados por los tejidos y los resultados más predecibles, fueron en gran medida responsables de esto. Los implementos habían resultado incómodos para el paciente y a veces ineficientes en la aproximación de los segmentos óseos, y el cirujano nunca sabía cuándo alguno de ellos habría de soltarse en un momento crucial.

La tendencia está comenzando a retrotraerse un poco en la actualidad. En gran medida son responsables la infección ocasional de la herida abierta, que es resistente a muchos antibióticos, y el hecho de que los resultados no siempre son tanto mejores a pesar de la mayor cantidad de cirugía. Ahora existe, para comparar con los procedimientos conservadores, una enorme experiencia con las técnicas abiertas. Ejemplo de ello es el cóndilo mandibular fracturado. Hace algunos años, con casi todo cóndilo fracturado se pensaba en una reducción abierta. Ahora sólo se hacen unas pocas. Sin embargo, existen muchas indicaciones para las maniobras abiertas si no hay otro método que dé un resultado comparablemente satisfactorio. La reducción abierta sigue siendo preferible a la mayoría de los adminículos modernos.^{4,5}

4.2.1.2. Antecedentes

Desarrollo de la Osteosíntesis

La primera placa para osteosíntesis fue usada por el cirujano británico Sir William Lane, hace casi 100 años. La idea era innovadora para sus tiempos, debido a la tecnología de las placas para ser biocompatibles y el problema de la sepsis debía ser superado. No fue sino hasta 1943, cuando Bigelow describió la utilización de tornillos y barras hechas con vitalium -una aliación de cobalto, cromo y molibdeno- para el uso en el manejo de fracturas mandibulares. Fue hasta finales de 1960 (cuando Luhr y Perren y colaboradores, desarrollaron placas en forma de cono o tornillos esféricos con cabeza y agujeros de compresión que eran congruentes en forma y que iniciaron su producción a gran escala) que la manera fue adosada a la osteosíntesis para ser aceptado generalmente en el tratamiento de las fracturas faciales (figura 34).



Figura 34. Placa de Osteosíntesis introducida por Hans Luhr. (16)

Pauwels reportó que el sitio más favorable para la fijación interna de un hueso fracturado era en donde las fuerzas de tensión muscular estaban en su mayor punto. Champy y Lodde en los inicios de 1970, aplicando este principio de “banda de tensión” a la mandíbula en estudios matemáticos, biomecánicos y clínicos.^{4,19}

5. Tratamiento de urgencia

Debe hacerse una fijación temporaria si no es factible la definitiva. Siempre debe colocarse algún tipo de fijación para mantener cómodo al paciente y a los fragmentos en una posición tan buena como sea posible. La forma de fijación más simple es un vendaje en la cabeza. El vendaje de 4 colas (figura 32) es un método que puede realizarse.



Figura 32. Vendaje de 4 colas. (5)

Se pueden hacer ansas de Ivy como medidas temporarias (Figura 33).

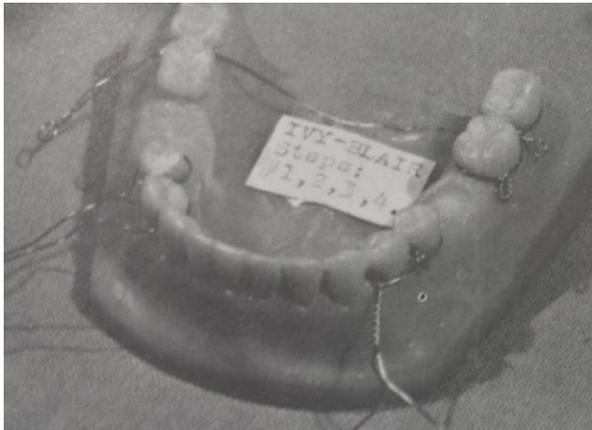


Figura 33. Colocación de ansas de Ivy para fijación intermaxilar.

Un método que ha dado resultado valioso es fijar pinzas de campo Nº 4-0 con acero inoxidable delgado, calibre 28. Se pueden colocar 4 en otros tantos minutos, y colocar gomas entre ellos. ⁵

Las primeras placas eran abultadas y fueron diseñadas exclusivamente para su uso en fracturas mandibulares. Las miniplacas para osteosíntesis fueron introducidas en 1973 por Michelet, y desarrolladas por Champy y Lodde en 1975, como se muestra en la figura 35.^{4,7}



Figura 35. Miniplacas desarrolladas por Champy y Lodde, (reimpreso por Hausaden). (7)

Spiessl introduce la técnica de tornillos autorroscantes para osteosíntesis, en 1974.

Durante las siguientes 2 décadas, un gran número de modificaciones a las placas fue descrito, lo cual llevó a el uso actual de la osteosíntesis.

Hoy en día, están disponibles muchos y diferentes sistemas que van desde placas de compresión pesadas para reconstrucción mandibular, hasta placas de perfil bajo para la fijación del tercio medio de la cara.

El espeso de las placas va desde 0.5 a 3.00 mm y están hechos de acero inoxidable, titanio, vitalium. Recientemente, placas y tornillos biodegradables y autoreforzados de ácido poliláctico (PLA), han sido usados para la fijación interna de las fracturas mandibulares, con buenos resultados.^{7,19}

CAPÍTULO III

Sistemas de Fijación Interna

1. Definición

Método que se utiliza para mantener estables o inmóviles los fragmentos óseos de fracturas.

2. Sistemas empleados

2.1. Placas de Compresión Dinámicas

Diseñadas originalmente para cirugía ortopédica, por la AO/ASIF. En 1977, Luhr adaptó el principio de compresión dinámica para el tratamiento de la región maxilofacial de fracturas mandibulares, sin embargo, Spiessl fue el primero en aplicar los principios de AO/ASIF a el manejo de las fracturas mandibulares. El ingenioso diseño de las placas de compresión dinámicas se basa en la cabeza de un tornillo, que apretada, se desliza hacia abajo en un plano inclinado dentro de la placa. El agujero de compresión se elonga en una dirección paralela a la del eje de la placa, con la mayor parte del plano inclinado localizado en el aspecto exterior del agujero, como se muestra en la figura 36. ⁴

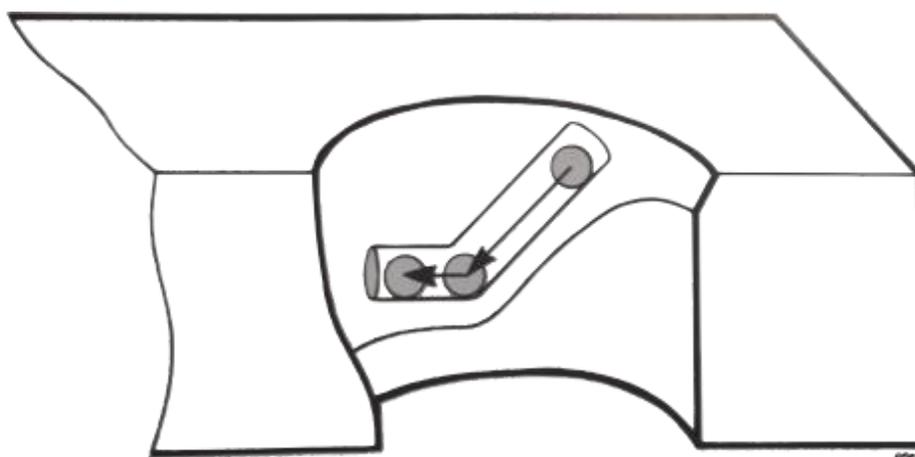


Figura 36. Plano inclinado en el agujero de la placa. Mientras el tornillo es paretado, se mueve en un plano inclinado hacia abajo. (4)

Si el tornillo está inicialmente perforando en la porción exterior o más elevada del agujero, tenderá a moverse en una dirección en donde haya la menor resistencia, al momento de apretarse. Este movimiento resultará en los desplazamientos hacia la fractura por parte del tornillo y del hueso en donde está apretado, hasta que el tornillo quede completamente asentado y haya llegado a su punto más bajo del plano inclinado (figura 37).^{2,4,7}

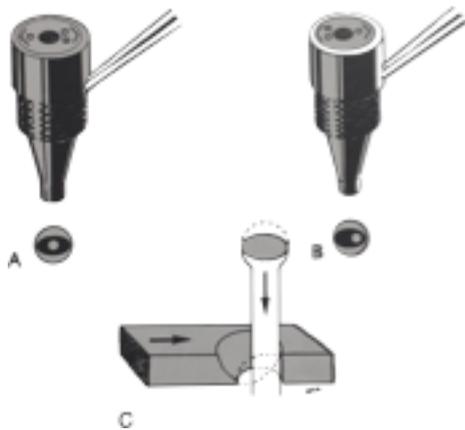
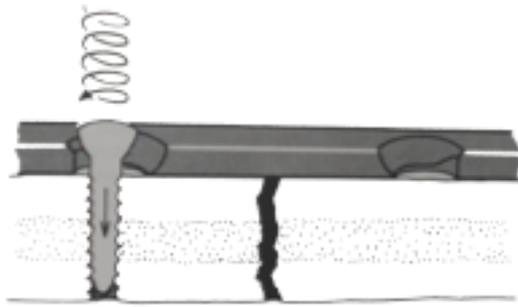


Figura 37. Diagrama de un taladro especial guía que puede generar cualquier posición pasiva o compresiva para el agujero perforado. (4)

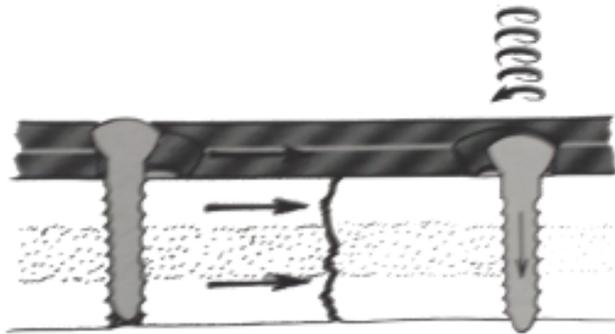
Si se coloca un tornillo en la altura del plano inclinado para que se mueva, mientras este es apretado, se le llama tornillos de compresión. Si el tornillo es colocado en su punto más bajo en el agujero para que no cree compresión mientras es apretado, será denominado tornillo pasivo o estático.

En el caso de las placas, para ser placas de compresión dinámicas, un agujero de compresión deberá estar localizado en cada fragmento de la fractura. Debido a que el movimiento del tornillo producido de los planos inclinados de estos agujeros, se opone el uno al otro, los extremos de la fractura se moverán entre si de forma relativa al plano (tornillo de compresión o activo), como se muestra en las figuras 38, 39 y 40..



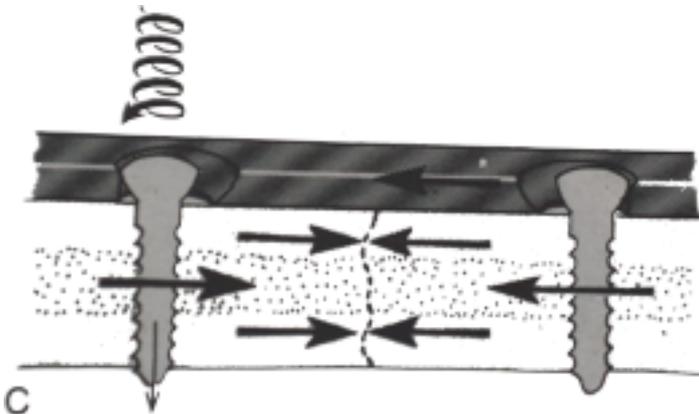
A

Figura 38. Acción de la placa de compresión dinámica (4)



B

Figura 39. Acción de la placa de compresión dinámica(4)



C

Figura 40. Acción de la placa de compresión dinámica (4)

Este movimiento de los segmentos óseos relativos a la placa, produce una compresión a lo largo de la fractura. En el sistema de placas de la AO/ASIF, cada agujero de compresión producirá un movimiento óseo de 0.8 mm. Así, si la compresión es usada en ambos lados de la fractura, en total, se lograrán 1.6 mm de movimiento óseo (0.8 mm de cada lado).

Si no se desea compresión, los agujeros de compresión pueden ser usados para la colocación de tornillos, mientras que la colocación sea en un punto bajo del plano de inclinación, lo cual corresponde a el lado del agujero al de la fractura (tornillo estático o pasivo)

Frecuentemente, menos de 1.6 mm de compresión es necesaria para evadir una distracción lingual de los segmentos fracturados, o la ferulización de los márgenes del hueso. El desmontaje de las roscas de los tornillos es el problema más comúnmente encontrado.

Con el fin de eliminar movimientos rotacionales de la placa, al menos dos tornillos son necesarios en cada lado de la fractura. Por lo tanto, tornillos de posición son colocados de forma pasiva en los agujeros externos después de que los tornillos de compresión hayan sido activados en los agujeros adyacentes a la fractura (figura 41).^{4,5,15}

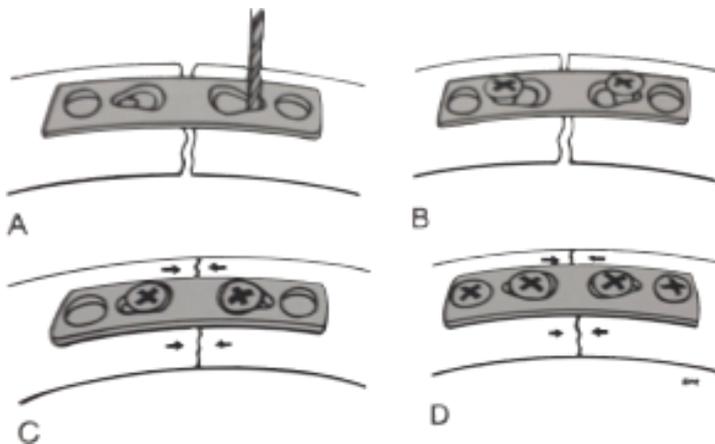


Figura 41. Secuencia de colocación de la Placa de Compresión Dinámica. (4)

Las placas para hueso varían en el número de agujeros que contengan. Para fracturas oblicuas severas, o fracturas localizadas en áreas con fuerzas desfavorables, deberían elegirse el uso de placas grandes, que contengan mayor número de agujeros(figura 42).

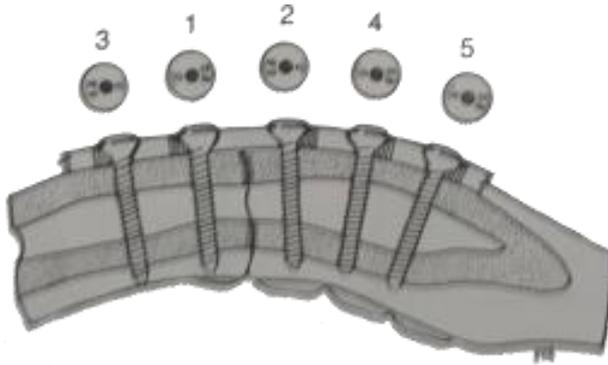


Figura 42. Diagrama que muestra la correcta posición de la guía y la correcta aplicación de los 5 agujeros. (4)

Los agujeros adicionales permitirán la colocación de más tornillos, lo cual incrementará la estabilidad de la placa y el margen de seguridad en contra de la pérdida de tornillos.

2.2. Banda de Tensión

Debido a las fuerzas de tensión que ocurren en la superficie superior de la mandíbula durante la función y seguido a la fijación de la fractura con las Placas de Compresión Dinámicas (PCD) en el borde inferior, algún método para prevenir la distracción en los alveolos debe de ser usado para lograr una compresión uniforme a través de lo largo de la fractura. La banda de tensión previene que las fuerzas de tensión actúen en los alvéolos, así minimiza la distracción en la parte superior de la fractura.

Para una fractura en una región desdentada de la mandíbula o posterior a el último diente en la arcada, una banda de tensión puede tomar la forma de una mini-placa o microplaca, aplicada a lo largo de la línea de fractura en la superficie superior de la mandíbula. Si la fractura ocurre a través de una porción dentada de la mandíbula, podrán servir un arco barra, ligadura de alambre o placas unicorticales como una adecuada banda de tensión, como se muestra en la figura 43.⁴

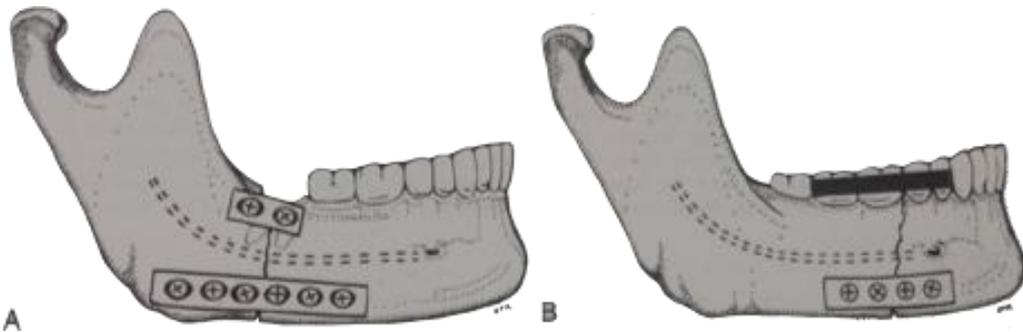


Figura 43. Diagramas demostrando el principio de la bandad tensión. (4)

Cuando se aplica una banda de tensión a la superficie superior de la mandíbula fracturada, una compresión axial ocurre a lo largo de todo lo ancho de la mandíbula, previniendo distracción en el borde oclusal.

Una banda de tensión es de particular importancia cuando una PCD es usada en el borde inferior de la mandíbula. La brecha creada por las fuerzas de tensión en el borde superior de la mandíbula fracturada pueden incrementar de 10 a 65% cuando una placa de compresión es activada en la porción basal de la mandíbula. Cuando una banda de tensión es usada, estas fuerzas de tensión se neutralizan y la compresión se distribuye igualmente a lo largo de la fractura.

2.3. Placas de Compresión Dinámica Excéntrica

Cuando las PCD y las bandas de tensión no pueden ser aplicadas debido a las restricciones anatómicas -tal como la presencia de un tercer molar impactado, una mandíbula desdentada, o avulsión de hueso a partir de la fractura, pueden ser usadas en las fracturas mandibulares, las Placas de Compresión Dinámica Excéntrica (PCDE).

En 1973, Schmoker, Niederdellman y Schilli simultáneamente desarrollaron una placa que incorporaba los principios de compresión dinámica excéntrica. El diseño de esta placa representa otro método para producir compresión en el borde superior de la mandíbula fracturada.

El diseño de esta placa es similar a la PCD en el hecho de que sus agujeros internos están diseñados para producir compresión a lo largo del lugar de la fractura. Sin embargo, adicionalmente a los agujeros de compresión estándares, la placa también contiene dos agujeros de compresión externa oblicuos. Estos agujeros de compresión excéntrica están alineados en un ángulo oblicuo al eje longitudinal de la placa. La activación de estos agujeros externos produce un movimiento rotacional de los segmentos de la fractura con los tornillos internos, que actúan como eje de rotación. La rotación de estos segmentos establece compresión en el borde superior de la mandíbula (figura 44).⁴

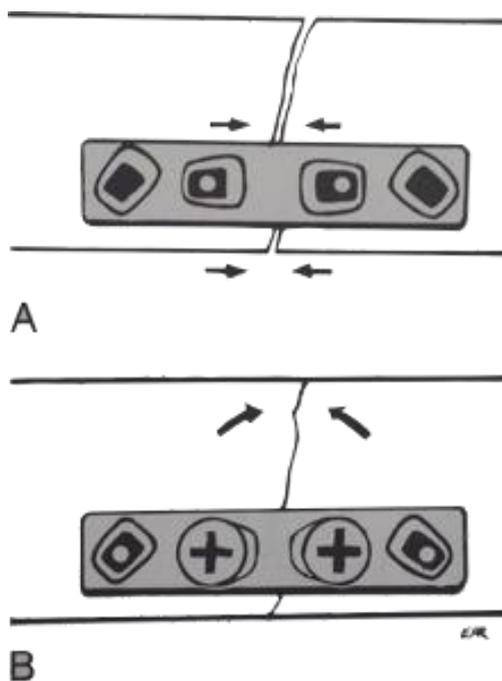


Figura 44. Diagrama demostrando la placa de compresión dinámica excéntrica y la técnica de su aplicación. (4)

En un estudio del grupo AO, se encontró que las PCD, con o sin un arco barra que sirva de banda de tensión, podría producir fuerzas de hasta 200 N de compresión para una placa de dos agujeros, 300 N para una placa de cuatro agujeros, y 350 N para una placa de seis agujeros. Se encontró que las fuerzas estaban limitadas en la región por debajo de la placa, y no se observó compresión en el borde superior. En contraste, cuando una PCDE era aplicada, una fuerza de compresión inicial de 200 N era observada en el borde inferior de la mandíbula. Mientras se activaban los tornillos externos oblicuos, la compresión en la base de la mandíbula descendió a 150 N, pero una compresión de 150 N era ahora observada en el borde superior.

Se ha observado que la efectividad de la compresión superior también depende del grado del agujero oblicuo, al eje longitudinal de la placa. Cuando un agujero excéntrico se orienta en un ángulo de 90 grados respecto a la placa, la compresión en la superficie alveolar es menor a la generada con un agujero excéntrico en un ángulo de 75 grados, con respecto a la placa.

Reportes anticipados en la literatura declaran que la banda de tensión no era necesaria cuando se usaban las PCDE, especialmente cuando se usaban los fórceps para la reducción de hueso para aplicar la pretensión. Sin embargo, Schmoker tiempo después demostró que la estabilidad de una fractura reducida con PCDE era mejorada cuando se usaba en conjunto con una banda de tensión. A pesar de que las PCDE han sido de forma exitosa sin la banda de tensión, el riesgo de complicaciones potenciales, puede ser reducido mediante el uso de este sistema.

Cuando se usó un modelo de una fractura del ángulo mandibular para comparar la estabilidad de diferentes combinaciones de las PCD, PCDE, placas de banda de tensión y arcos barra, se encontró que las PCDE usada junto con las placas de banda de tensión eran las más estables.^{4,15}

Las PCDE con un arco barra probó mayor estabilidad que las PCD con las placas de banda de tensión, seguidos de la PCD con un arco barra usado como banda de tensión. Las PCDE de cuatro y seis agujeros, sin la banda de tensión eran menos estables que cualquiera de los métodos previamente mencionados. El método menos estable de fijación en este estudio fue la PCD sin una banda de tensión.

Las PCDE se aplican usando los mismos tornillos, taladros y llaves que aquellos usados en con las PCD. Sin embargo, un fórceps de reducción ósea diferente es usado, y la secuencia en la que se insertan los tornillos es de la misma manera, diferente.

Para lograr la reducción anatómica, es necesario, una precompresión a través de la fractura y compresión en la superficie alveolar, unos fórceps de reducción ósea son necesarios para la aplicación de las PCDE. Estos fórceps incorporan unos rodillos de presión localizados lateralmente a los tornillos de sujeción.

Una vez que los tornillos de sujeción hayan sido ocupados, la reducción anatómica y la precompresión son logrados de la misma forma, de como las PCD. Los rodillos externos son después apretados, lo cual produce una fuerza directa oclusal en el aspecto externo de la fractura. Estos rodillos rotan los segmentos de la fractura a lo largo de los tornillos de sujeción, creando una compresión en el borde superior, como se muestra en la figura 45.⁴

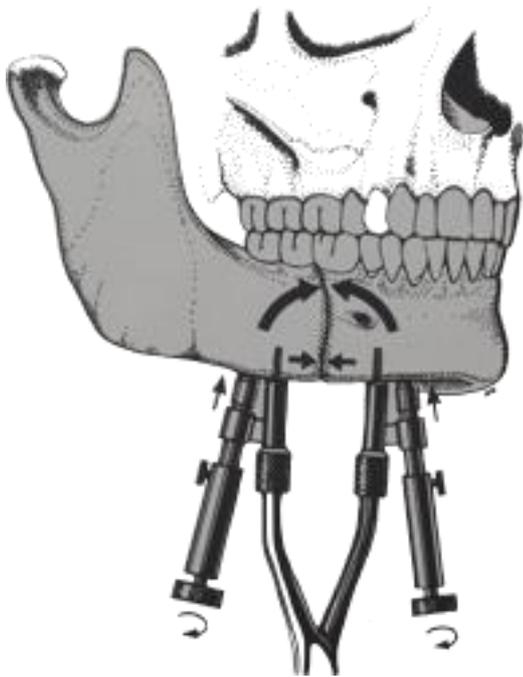


Figura 45. Un fórceps de reducción de hueso, es usado durante la aplicación de las placas de compresión dinámica excéntrica. (4)

Debido a que el principio de las PCDE depende en la activación de los agujeros de compresión en dos planos diferentes, es imperativo insertar los tornillos en una secuencia correcta. Los tornillos son colocados primeros en los agujeros cercanos a los márgenes de la fractura y son colocados en un aspecto externo del espacio del tornillo para lograr la compresión de los segmentos fracturados. Después de que la compresión haya sido lograda en el borde inferior, se colocan los tornillos en los agujeros excéntricos externos, estos son apretados, logrando la compresión en el borde superior (figura 46).⁴

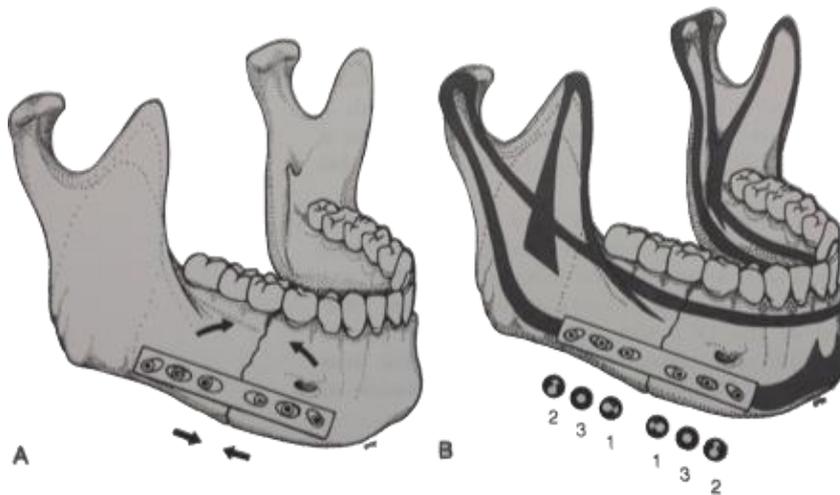


Figura 46. Diagrama demostrando la aplicación de los seis agujeros en la placas de compresión dinámica excéntrica. (6)

Si se usan placas de seis agujeros, se colocan después tornillos en los agujeros restantes en una manera pasiva. Si se usan los fórceps de reducción ósea, se remueve prioritariamente a la colocación de estos tornillos para permitir una colocación de los tornillos sin obstáculos.

En resumen, la meta de los PCDE es establecer una compresión longitudinal a través de la fractura en el borde inferior y luego rotar los fragmentos alrededor de estos tornillos para lograr una compresión adicional a nivel de los alveolos, como se muestra en la figura 47. ⁴

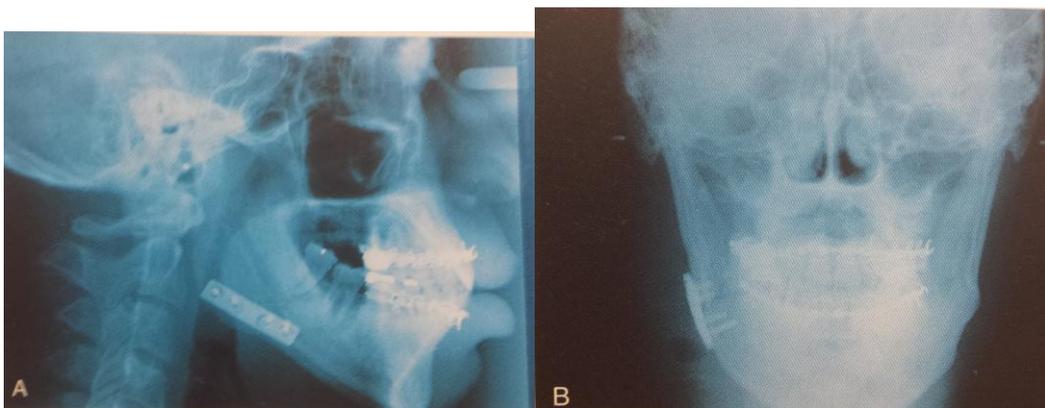


Figura 47. Radiografía mostrando la correcta aplicación de un PCDE en el borde inferior de la mandíbula para la reducción de una fractura en el ángulo mandibular. (4)

Durante esta discusión, los principios de AO/ASIF han sido usados como un modelo para la aplicación de la osteosíntesis por compresión. Aunque la mayoría de los sistemas de fijación rígida disponibles comparten similitudes con los sistemas de fijación rígida de la AO/ASIF, existen diferencias en la técnica.^{2,4,7}

2.4. Placas de Reconstrucción

Las PCD y las PCDE son las placas más comúnmente usadas para la reducción y fijación de fracturas mandibulares. Para las fracturas oblicuas severas, fracturas conminuta y fracturas con pérdida de hueso, las placas para compresión están contraindicadas. En estas situaciones, una compresión a través de la fractura puede llevar a la superposición o al colapso de los segmentos óseos. En la fractura oblicua, una placa de compresión podría no ser suficientemente larga para evitar la ocupación del tornillo de los segmentos de la fractura superpuestos, así previniendo la compresión. Por lo tanto una placa de reconstrucción podría ser el mejor método para la fijación de una fractura. Adicionalmente, los pacientes con una cuestionable conformidad postoperatoria o una mandíbula fracturada edéntula no atrófica, podrían ser candidatos a fijación con placas de reconstrucción. La placa de reconstrucción tiene dimensiones totales grandes, que las placas de compresión, resultando esto en una fuerza incrementada. El tamaño más grande está diseñado para estabilizar los fragmentos contra desplazamientos funcionales en la ausencia de compresión. Este tipo de fijación rígida, la cual no incorpora la compresión interfragmentaria, es llamada osteosíntesis por fijación.^{2,4}

En una serie de 54 pacientes que sostenían fracturas en el ángulo mandibular y eran tratados con placas de reconstrucción, Ellis observó una tasa postoperatoria de infección de solamente 7.5%. Esta incidencia de la infección es menor que la reportada por reducción de fracturas angulares con dos miniplacas, tirafondo único, o reducción cerrada con Fijación Maxilo-Mandibular (FMM). Además, sugirió otra indicación para

las placas de reconstrucción: el paciente a quien las placas transorales o la FMM, le sean indeseables.

Inicialmente se pensaba que el desprendimiento del periostio de segmentos óseos en conminuta debía de ser evadido, porque comprometía el aporte sanguíneo a estos segmentos.

Así, muchas fracturas conminuta eran tratadas tradicionalmente con FMM o con un dispositivo de fijación externa. Recientemente, las placas de reconstrucción han sido empleadas como una alternativa efectiva. Para la colocación de múltiples tornillos proximal y distal a las fracturas, así como en segmentos conminuta, la colocación de una placa de reconstrucción requiere un desprendimiento de periostio extenso. Sin embargo, se piensa que la estabilidad incrementada ofrecida por las placas de reconstrucción podrían pesar más que las desventajas de reflexión del periostio incrementado. Si el aporte sanguíneo a los fragmentos en conminuta están comprometidos, los extremos distal y proximal de la fractura pueden ser fijados con una placa de reconstrucción mientras se realiza una disección supraperiósea en el área de la fractura en conminuta. Así, el hueso en conminuta interpuesto quedará libre de la placa de reconstrucción, pero unida al periostio. Esta técnica preservará el periostio y el aporte óseo sanguíneo, también proveyendo de estabilidad.⁴

Debido a su diseño, las placas de compresión pueden ser dobladas en solo dos dimensiones. Si se contornean de forma impropia, pierden la habilidad para producir compresión. En contraste, las placas de reconstrucción pueden ser contorneadas en tres dimensiones, permitiendo la adaptación a casi cualquier sitio. Al igual que la adaptación en las placas por compresión, se recomienda un ligero curveo para evitar la distracción en la superficie lingual de la mandíbula fracturada.

La aplicación de las placas de reconstrucción a la mandíbula es similar a aquella en las placas de compresión.⁷

Debido a que las placas no están diseñadas para proveer de un alto grado de compresión, la secuencia de inserción de los tornillos no es esencial una vez que la fractura fue reducida y estabilizada. Sin embargo, se sugiere que al menos tres tornillos sean colocados en cada segmento fracturado. En general, se recomienda un posicionamiento neutral de los tornillos.

Aunque las placas de reconstrucción no fueron diseñadas para proveer de compresión, es posible lograr una pequeña cantidad de compresión. El diseño del espacio de las placas de reconstrucción permite una leve colocación excéntrica de un tornillo, el cual cuando sea apretado, producirá un pequeño grado de compresión. Esto puede ser útil si una pequeña brecha está presente en el sitio de la fractura, o si se desea una leve compresión de los segmentos de conminuta. Adicionalmente, esta compresión puede llevar a la compresión de un injerto óseo entre los segmentos fracturados.⁴

2.5. Placas de Reconstrucción Osteointegradas con Tornillos Huecos de Titanio

(THORP, por sus siglas en inglés: Titanium Hollow Screw Osseointegrated Reconstruction Plate)

La placa de reconstrucción estándar ha sido usada con mayor o menor éxito por varios años. Un problema observado con este tipo de fijación para fracturas es el aflojamiento de los tornillos, lo cual lleva a la movilidad de la placa y la inestabilidad de los segmentos óseos.

Lippuner y asociados, hipotizaron que la causa de este problema es debido a que para llevar a cabo una fijación estable, las placas de reconstrucción deben ser aplicadas al hueso con presión en las cabezas de los tornillos.

Esta presión lleva a la reducción local de flujo sanguíneo en la interface hueso-placa. Esta isquemia causa remodelación y pérdida ósea debajo de la placa y alrededor de los tornillos, causando que estos se aflojen antes a a unión ósea. Frecuentemente las placas móviles y los tornillos se infectan, lo cual hace necesaria su remoción. Otras complicaciones de una placa floja incluyen la no unión o la desunión de los segmentos óseos.

Si se requiere fijación a largo plazo (por ejemplo un injerto óseo post traumático), un aflojamiento en los tornillos y la movilidad de la placa llevarán a una dehiscencia de la herida, a una infección, a una pérdida del injerto completo, o a una combinación de estas complicaciones.

Los THORP fueron diseñados para ser usados para establecer un servir de puente en grandes defectos y para estabilizar los injertos óseos, especialmente en pacientes con hueso y tejidos blandos comprometidos (por ejemplo, los seguidos a una radioterapia). También puede ser usado durante el tratamiento de fracturas, especialmente en los defectos post traumáticos de continuidad.

Los desarrolladores de THORP argumentan que ofrece varias ventajas por sobre las placas de reconstrucción convencional. Los tornillos usados en las placas de reconstrucción estándar están en su posición más segura inmediatamente después de la inserción y se va perdiendo a como pasa el tiempo. En contraste, los tornillos en ancla en el sistema THORP en realidad se osteointegran y se vuelven más estables a como pasa el tiempo. Cuando los tornillos son apretados en una placa de reconstrucción convencional, se genera presión entre la superficie de la placa y el hueso subyacente. Esta presión, junto con la fricción presente con las cabezas de los tornillos y la placa, es la que estabiliza la placa y la fractura. Esta presión puede causar una isquemia local y la resorción ósea debajo de la placa y alrededor de los tornillos. El sistema THORP está diseñado para evadir la presión en el hueso.

THORP usa la fricción creada entre el tornillo y los agujeros en la placa para estabilizar la placa y la fractura. Esto reduce mucho la resorción ósea y así mejora la estabilidad de la placa.

Los micromovimientos entre la placa y los tornillos aceleran la resorción ósea e incrementan la probabilidad del aflojamiento de los tornillos. Si estos movimientos pueden ser reducidos o eliminados, la estabilidad en el sistema incrementa.

Debido a el sistema THORP está fijado rígidamente a los tornillos y no depende de la fricción entre la placa y los tornillos, los micromovimientos son eliminados.

2.6. Miniplaca Monocortical para Osteosíntesis

La osteosíntesis por compresión fue desarrollada originalmente para el tratamiento de fracturas en huesos largos. Debido a que el enganchamiento de los tornillos bicorticales es necesaria para producir compresión equitativa a lo largo de la línea de fractura, las placas deben de estar colocadas en el borde inferior de la mandíbula para evitar la lesión del nervio. Como fue declarado previamente, el uso de las placas de compresión en el borde inferior requiere el uso de una banda de tensión. Otro problema potencial con la osteosíntesis por compresión es la distracción cortical lingual, lo cual exige un sobredoblado de la placa de compresión. Para superar estas dificultades, se han desarrollado diferentes sistemas de placas.

Las miniplacas monocorticales para osteosíntesis se han usado de manera exitosa para el manejo de las fracturas faciales. Michelet y colegas, desarrollaron un concepto de miniplacas para osteosíntesis a finales de 1960. En 1973, publicaron un reporte documentando el uso exitoso de una pequeña placa y tornillos monocorticales para el tratamiento de fracturas mandibulares. La meta original de las miniplacas para osteosíntesis era proveer de estabilidad a la reducción de la fractura mandibular sin requerir la compresión interfragmentaria o fijación

maxilomandibular. Estudios realizados a inicios de 1970 en el Groupe d'Études en Biomecanique Osseuse et Articulaire de Strasbourg, se demostraron que las miniplacas logran esta meta, mediante la neutralización de fuerzas de tensión mientras se retienen las fuerzas de compresión favorables, durante la función.

En estos estudios, las barras de Araldite fueron usadas para simular la mandíbula bajo función, se encontró que la colocación de una miniplaca en el aspecto superior de la barra (zona de tensión) neutraliza la fuerza de tensión presente en esta región. Sin embargo, en la porción inferior de la barra (una zona de compresión), las fuerzas de compresión se mantenían. Champy y colegas elaboraron un tratamiento para fracturas de ángulo mandibular a partir del trabajo de Michelet, con la aplicación intraoral de miniplacas monocorticales.

El tamaño reducido del sistema de miniplacas ofrece varias ventajas por sobre las placas grandes mandibulares. Para su colocación, se requieren incisiones más pequeñas y menor disección en tejidos blandos. Además, las miniplacas pueden ser colocadas intraoralmente, así evadiendo una cicatriz externa. Debido al menor tamaño y al calibre más delgado, es menos probable que sean palpables, reduciendo probablemente la necesidad subsecuente de ser removidos. El tamaño más pequeño de las miniplacas decrece el grado de estrés en la transferencia de fuerzas, vistos tiempos después en la fijación rígida; sin embargo esto queda a ser demostrado. Finalmente, debido a que los tornillos son monocorticales, las placas pueden ser colocadas en áreas de la mandíbula adyacente a las raíces dentales con el riesgo mínimo a lesión dental.

El uso de miniplacas puede estar asociado con limitaciones y complicaciones potenciales. Debido a su pequeño tamaño, las miniplacas no son tan rígidas como las placas estándar para fractura mandibular, y esta rigidez disminuida podría llevar a movimientos torsionales de los

segmentos de la fractura bajo cargas funcionales, resultando en infección o no-unión, o en ambas. Esta inestabilidad potencial impide el uso de una fijación con miniplacas para el tratamientos de fracturas conminuta. Se requieren placas más grandes para abarcar fracturas conminuta, y este aumento en longitud amplifica la estabilidad de la miniplaca. Debido a la estabilidad reducida de una fijación por miniplacas, se recomienda la función reducida después de una fijación de fractura. Una dieta blanda se prescribe de 3 a 6 semanas después de la fijación con miniplacas, y algunos cirujanos incluso abogan por por una FMM de 3 a 6 semanas.

Están disponibles diversos sistemas de miniplacas monocorticales para osteosíntesis. Afortunadamente, los principios para su aplicación son similares. Inicialmente, las miniplacas y los tornillos fueron diseñados de acero inoxidable, sin embargo, la mayoría de los sistemas que se usan hoy en día, son manufacturados de titanio o vitalium. Las placas vienen en una variedad de tamaños y configuraciones. Además de las miniplacas posicionales, algunos sistemas contienen miniplacas de compresión, las cuales son versiones más pequeñas de las placas de compresión estándar mandibular.

Debido al tamaño relativamente pequeño y a la maleabilidad de los materiales, las miniplacas pueden ser contorneadas fácilmente en tres dimensiones. Se utilizan pinzas especiales para lograr una adaptación pasiva de las placas al hueso.

Al igual que con placas más grandes, se deberán colocar un mínimo de dos tornillos en cada segmento óseo. Los tornillos usados en el sistema de miniplacas son autoenroscables. Se utiliza un taladro con un diámetro correspondiente al diámetro del núcleo del tornillo empleado. El hecho de que las roscas de los tornillos son más amplias que el diámetro del agujero cuenta para la capacidad de retención del tornillo. Es importante cuando se perforan agujeros monocorticales, que la perforación cese

después de que el cirujano sienta la pérdida inicial de resistencia (correspondiente a la entrada de hueso esponjoso). Perforación adicional podría dañar las raíces dentales o al paquete neurovascular alveolar inferior. Cuando se aprietan tornillos, una fuerza excesiva debería de ser evadida, debido a que puede resultar en microfracturas del hueso, lo cual puede llevar al aflojamiento del tornillo.

Los tornillos bicorticales pueden ser usados con miniplacas cuando se colocan en el borde inferior de la mandíbula. Los tornillos del hueso son pequeños, sin embargo, cuando son colocados en una segunda corteza, el estrés torsional se puede convertir lo suficientemente severo para causar la fractura de la cabeza del tornillo.

2.7. Fijación con Microplacas

Los sistemas de microplacas están hechos usualmente de vitalium. Este material tiene resistencia mayor, lo cual permite una disminución del 30% del calibre de la placa y una reducción del 60% del diámetro del tornillo. Las microplacas vienen en una variedad de formas, aunque la selección es más limitada que en las miniplacas (figura 48).



Figura 48. Fotografía mostrando la progresión en el tamaño de placas. La microplaca (1mm) a la izquierda, placa intermedia (1.5mm) en medio y la miniplaca estándar (2mm) a la derecha. (4)

El tamaño más pequeño de las microplacas ofrece un gran número de ventajas por sobre las placas de mayor tamaño; sin embargo, si la fuerza mecánica de estas placas no provee una fijación estable de los segmentos de la fractura, la osteosíntesis puede comprometerse. Estudios que evalúan la carga de torque en minitornillos y microtornillos, han revelado solo una pequeña diferencia, indicando que la capacidad de retención de estos dos tipos de tornillos es en realidad similar. Esto puede ser por el paso de rosca más pequeña de los microtornillos, lo cual le permite tener más roscas en un espesor dado de hueso cuando se le compara con un minitornillo.

La técnica para la fijación de microplacas es similar a aquella usada para las miniplacas. Se debe de tener cuidado al perforar los agujeros en la profundidad correcta para evitar doblar el taladro, mientras se prepara el agujero. Los tornillos son delgados y se pueden romper de forma fácil cuando son usados de manera impropia.

Las microplacas se recomiendan primordialmente para la fijación de fracturas del tercio medio de la cara, donde las fuerzas musculares son mucho menores que aquellas que actúan en la mandíbula.^{4,7}

2.8. Tornillos de Compresión Dinámica para Osteosíntesis

Los tornillos de compresión dinámica, han sido usadas para tratar fracturas maxilofaciales

de forma efectiva, como se muestran en la imagen 49.

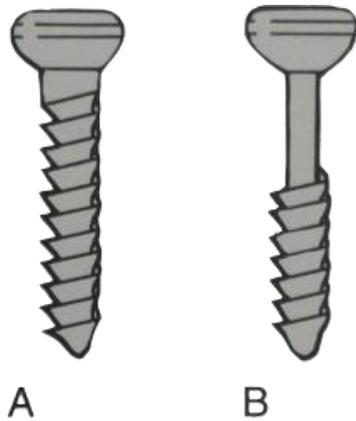


Figura 49. Diagramas demostrando un tornillo convencional (A). Un tirafondo verdadero (B). (4)

Pueden ser usados de forma solitaria si la fractura es lo suficientemente oblicuas para permitir la colocación de al menos dos tornillos. Técnicas han sido descritas para la fijación de fracturas de la línea media y paramediales de la mandíbula, así como las fracturas del ángulo de la mandíbula. Sin embargo, se debe de tener cuidado cuando únicamente se utiliza un tornillo. En estos casos, la estabilización suplementaria con miniplacas es la recomendada.^{2,7}

Un tornillo puede actuar como un tornillo de compresión dinámica, cuando gana agarre en la corteza del fragmento óseo más distante mientras se ajusta de forma pasiva en la corteza del fragmento adyacente a la cabeza del tornillo. Esto puede ser logrado usando un tornillo de compresión dinámica real, lo cual tiene roscas en el extremo distal y un mango liso en el extremo proximal (por ejemplo, adyacente a la cabeza del tornillo) (Figura 50).^{4,7}

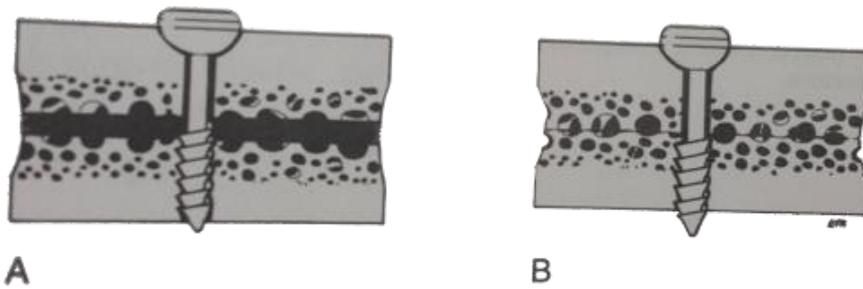


Figura 50. Diagrama demostrando el uso de un tornillo dinámico de compresión convencional. A. Compresión B. Postcompresión. (4)

El mismo resultado puede ser obtenido con un tornillo regular cortical usando la técnica de tornillo de compresión dinámica, demostrado en la figura 51. ⁴

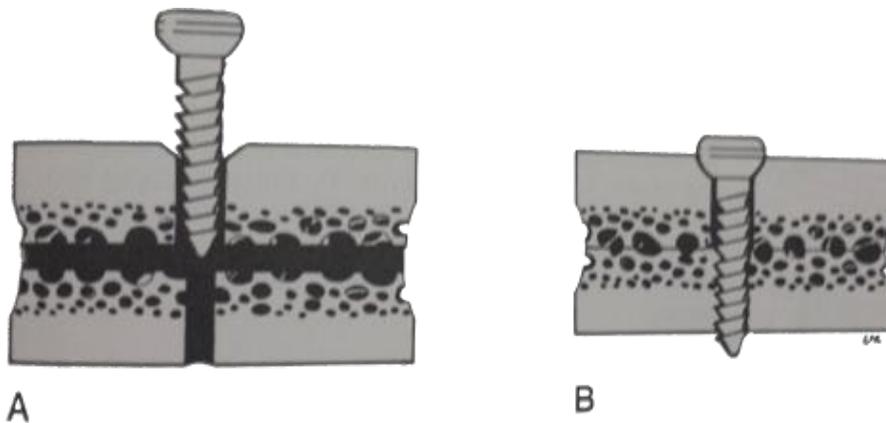


Figura 51. Diagramas demostrando el uso de un tornillo convencional y la técnica para el tornillo de compresión dinámica. (4)

Para lograr esto, el tornillo de mayor tamaño es perforado a través de la corteza proximal. El diámetro de este agujero debe de ser al menos tan largo como el diámetro de las roscas del tornillo. El resto de este agujero (en el segmento distal) debe ser más pequeño que el diámetro de las roscas. A esto se le refiere con facilidad como agujero de tracción. Cuando el tornillo es apretado, el fragmento distal es jalado en compresión en contra del fragmento proximal por la cabeza del tornillo. Esta compresión crea fricción, así reduciendo la cantidad de movimiento interfragmentario. ⁷

Cuando se usan de forma adecuada, los tornillos de compresión dinámica ofrecen la mayor rigidez de todas las técnicas de fijación. Es posible lograr entre 2,000 y 4,000 N de fuerza compresiva cuando se usan, comparados con los 600 N logrados con las placas de compresión. La técnica de fijación de tornillos de compresión dinámica desarrollada por la AO/ASIF, necesita de una orientación cuidadosa de los tornillos a la línea de fractura. La colocación cuidadosa de los tornillos, ayuda a distribuir las fuerzas de compresión de forma igualitaria a través de las interfases de la fractura sin la distracción de los segmentos. Para evitar el cillazamiento de los fragmentos, los tornillos de compresión dinámica deberán ser colocados de tal forma que sus ejes bifurquen el ángulo entre la perpendicular y la línea de fractura y la perpendicular a la superficie del hueso. Al menos dos tornillos de expansión, con ejes divergentes, deberán ser colocados en cada fractura (figura 52).^{3,6}

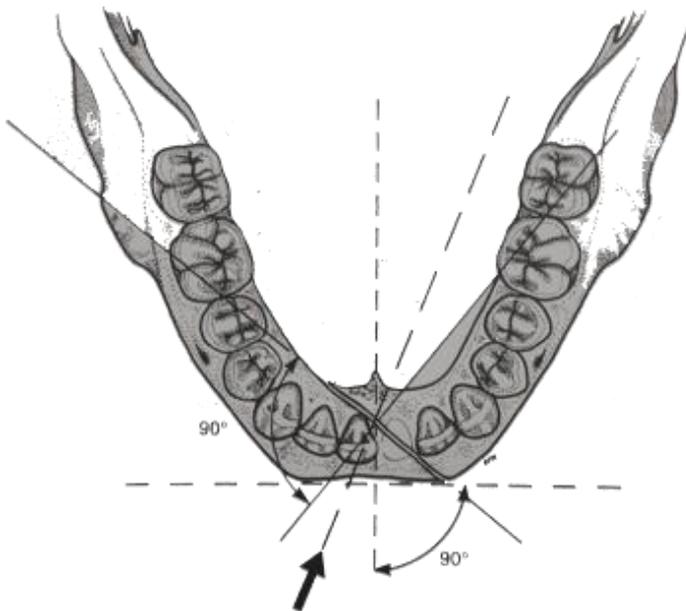


Figura 52. Diagrama mostrando la correcta posición de la colocación del tornillo de compresión dinámica. (6)

La preparación correcta de el sitio receptor es crucial cuando se obtiene un resultado exitoso. Primero, se realiza el agujero de deslizamiento en la cercanía de la corteza con un diámetro igual al diámetro de la rosca del tornillo (por ejemplo, 2.7 mm). El agujero de tracción se prepara a continuación con la ayuda de una guía de centrado, asegurando que los dos agujeros sean preparados coaxialmente. Esto es realizado con una fresa piloto (por ejemplo, 2 mm para un tornillo cortical 2.7 mm). El medidor de profundidad se inserta después, antes de la realización de el agujero de tracción. Esto previene de la desorganización de las roscas preparadas dentro del segmento cortical. El agujero de tracción será después roscado a el tamaño original (2.7 mm por un tornillo cortical de 2.7 mm). El ensanchamiento de la corteza proximal deberá ser efectuado para distribuir las fuerzas compresivas sobre un área más amplia y así prevenir microfracturas del hueso adyacente a la cabeza del tornillo. Una vez que el sitio receptor está preparado, el tornillo puede ser insertado para lograr la compresión de los dos segmentos (figura 53).⁴

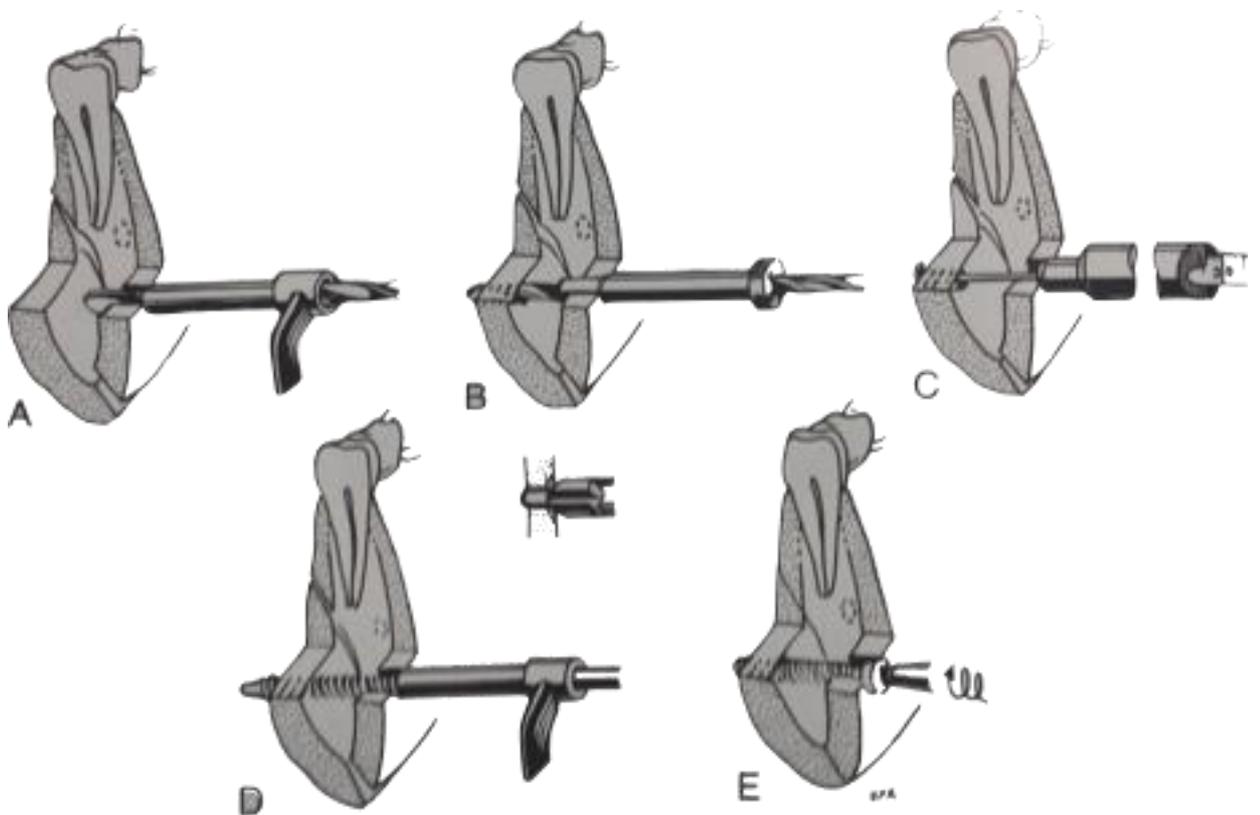


Figura 53. Diagrama de los pasos en la técnica del tornillo de fijación dinámica. (4)

2.9. Placas Bioabsorbibles

Como se mencionó con anterioridad, un implante ideal para una fijación en una fractura deberá ser rígida y biocompatible (no-alérgica y no-inflamatoria). Deberá tener propiedades mecánicas similares a aquellas del hueso y permitir la unión ósea a través de la cicatrización por primera intención. Aunque las placas metálicas cumplen exitosamente con la mayoría de estos criterios, algunos problemas se han asociado con su uso.

La transferencia de cargas se hace presente cuando una placa metálica induce cambios atróficos en el hueso adyacente debido a una falta de estímulos normales funcionales. Aunque esta osteoporosis inducida por la placa, ha sido observada en fracturas de huesos largos con placas de fijación rígida metálica, la cuestión de si las placas metálicas en el esqueleto maxilofacial resultan en cambios atróficos de cualquier significancia clínica, se mantiene controversial.

Debido a que las placas metálicas son biológicamente relativamente inertes, son dejadas en su lugar después de la cicatrización de la fractura. Estas placas son un cuerpo extraño, sin embargo, son resistentes a la invasión vascular y frecuentemente se vuelven encapsuladas en tejido avascular fibroso. Debido a la falta de vascularidad, si ocurre cualquier tipo de contaminación, las placas se infectarían. Además, el aflojamiento y la corrosión de los tornillos podría ocurrir con el paso del tiempo, llevando a inflamación y a dolor.

Los materiales metálicos usados hoy en día causan mínima reacción tisular en la mayoría de los pacientes, pero ciertos individuos pueden tener una reacción más pronunciada a los materiales. Dependiendo en el tipo de material, se han reportado: corrosión, electrólisis, hipersensibilidad e inclusive potencial cancerígeno.

Otros problemas asociados con la retención a largo plazo de las placas metálicas en el esqueleto facial incluyen la palpabilidad de la placa, una interfase con el ajuste de aparatos protésicos, una dispersión de artefactos durante las técnicas de imagenología, tales como la TC y la RM.

Para evadir los problemas previamente mencionados o corregir las complicaciones citadas, asociadas con el uso de tornillos y placas metálicas, una segunda operación es necesaria para remover los implantes metálicos. Una segunda operación es indeseable debido al costo y a la morbilidad del paciente.

En un intento para mejorar las propiedades de los materiales de fijación metálica, ha existido un interés en el desarrollo de materiales bioabsorbibles. Idealmente, este material reabsorbible evitaría los problemas relacionados con el uso de los materiales metálicos, mientras se mantienen las cualidades necesarias para una fijación rígida exitosa. En otras palabras, el material se reabsorbería gradualmente, suficiente como para permitir la cicatrización de la fractura, pero tan rápido como para prevenir la osteoporosis inducida por las placas.

Algunos de los materiales reabsorbibles que se han usado para la fijación rígida incluyen: polidioxanona (PDS), ácido poliglicólico y ácido poliláctico. Estos materiales son bien tolerados por el cuerpo, pero inicialmente su dureza probó proporcionar una inadecuada y aceptable fijación rígida clínica. La necesidad de mayor resistencia llevó a el desarrollo de ácido poliglicólico autoreforzado (SR-PGA) y ácido poliláctico autoreforzado (SR-PLA). Las técnicas de autoreforzamiento aumentan la resistencia del material al incorporar fibras poliméricas que tenían la misma composición química que su matriz de unión.

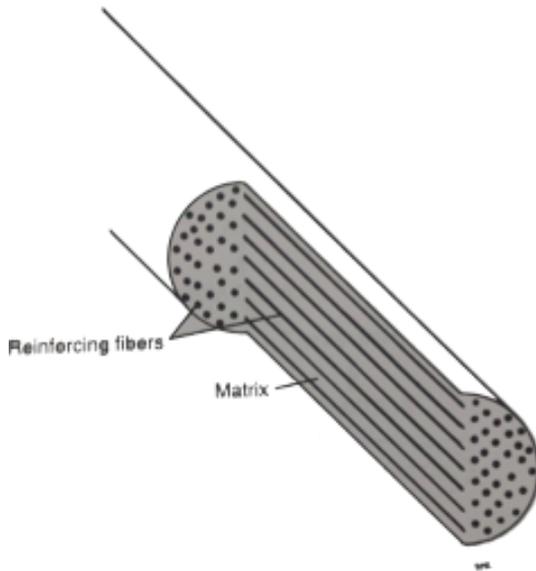


Figura 54. Diagrama de la placa de ácido poliláctico autoreforzada reabsorbible. (4)

El uso exitoso de los materiales bioabsorbibles ha sido reportado en la literatura ortopédica por años.

La falta de rigidez del material es el mayor problema en el desarrollo de un sistema de fijación rígida bioabsorbible. La pobre fuerza de torsión de los tornillos fue el problema con los materiales no-reforzados.

La mayor ventaja de los aparatos de fijación rígida bioabsorbible es que inicialmente proveen de una adecuada fijación para la cicatrización directa, y mientras los injertos óseos ganan fuerza, la placa gradualmente es reabsorbida por el cuerpo. El metabolismo de los polímeros de los polímeros de PGA son principalmente por hidrólisis.

Las moléculas individuales del ácido poliglicólico son metabolizadas, vía el ciclo del ácido cíclico y al final eliminadas por la respiración, como dióxido de carbono.

Los materiales polilácticos son reducidos a moléculas de lactato, las cuales son los metabolitos normales formados por el metabolismo anaeróbico de la glucosa y el glucógeno. Las moléculas de lactato también son metabolizadas y se someten a una eventual eliminación a través de la respiración.

Varios estudios han demostrado que las placas se reabsorben de manera lenta y que permiten la cicatrización completa del hueso. Suuronen y colegas, que in vivo, después de 24 horas, las placas exhibían más de la mitad de sus propiedades iniciales de rigidez. En otro estudio, Salyer y asociados demostraron la presencia de placas reabsorbibles a las 6 semanas postoperatorias (cuando se colocaban en el cráneo) y encontraron que la velocidad de resorción de el material era de aproximadamente 5.3 μm por día.

A pesar de que los estudios muestran la aplicación exitosa de la fijación rígida bioabsorbible en ensayos con animales y con humanos, algunos problemas mayores se mantienen para prevenir la clínica de rutina de estos materiales. Varios estudios han demostrado casos aislados de inflamación, reacciones a cuerpo extraño, cambios osteolíticos y activación linfocítica no específica. Mejoras en la rigidez y estabilidad a largo plazo deberán ser las metas en el desarrollo de materiales bioabsorbibles y fijación rígida.

3. Materiales empleados

Un material implante para fijación en fracturas debe ser:

- Dúctil
- Adaptable para ajustarse a la superficie ósea
- Biocompatible

El día de hoy se utilizan materiales como el acero inoxidable, aleaciones de cromo-molibdeno, o titanio comercialmente puro. Con excepción en un periodo corto en los inicios de 1970 cuando el titanio suave era usado, el metal de elección para la cirugía craneo-maxilo-facial era acero inoxidable hasta aproximadamente 1986. Sin embargo, para el campo de cirugía maxilo-facial, el titanio es actualmente el material exclusivo de elección.

3.1. Acero Inoxidable

El acero inoxidable consiste principalmente en acero (62%), cromo(17.6%), níquel (14.5%), y molibdeno(2.8%) y demás componentes en menor cantidad. La calidad del implante 316L cubre los requerimientos establecidos por la Asociación Americana de Examinación de Materiales (ASTM, por sus siglas en inglés) y por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO). Dos grados de contenido de carbón y cuatro grados de trabajo frío, definen un temple extra duro. Para la AO/ASIF, los implantes maxilo faciales de acero como metal de elección hasta 1986. La resistencia a la corrosión y la compatibilidad eran lo razonable. Los implantes metálicos están protegidos para la corrosión por una capa pasiva que consiste de productos no solubles. La corrosión se observa principalmente cuando un componente de un metal se frota contra otro componente de un metal (corrosión mediante frote, Steinemann 1977)

Los cirujanos en muchos países prefieren no remover materiales de implante. Una de las razones podría ser que de la remoción de placas y tornillos usados en la fijación de fracturas mandibulares, de manera frecuente significa una intervención quirúrgica mayor, adicional. Por esta razón, la Comisión Técnica Maxilofacial decidió pedir implantes hechos de titanio puro. Aunque el titanio es más caro que el acero, puede ser más rentable a largo plazo, debido a sus características favorables (no existen alergias conocidas, no hay una segunda intervención).

3.2. Titanio

El titanio comercialmente puro consiste en titanio y oxígeno. Es extremadamente insoluble y por consecuencia es inerte y biocompatible. Hoy en día, está disponible en los grados I-IV, combinando dureza y ductilidad. Las diferencias básicas en grados depende de su contenido de oxígeno. Todos los implantes craneo-maxilo-faciales están hechos de titanio. Únicamente la línea 2.7 (tornillos e implantes) sigue disponible en acero.

El trauma severo del esqueleto facial puede requerir un gran número de tornillos y de placas, por lo tanto, los implantes de titanio son preferibles, porque pueden ser dejados en su lugar. De acuerdo a Steinemann (1988), el cuerpo está saturado con titanio, y no hay forma de que titanio soluble por lo tanto pueda llegar a ser activa. En contraste con el acero y sus componentes, el titanio puro es fisiológicamente inerte y su tolerancia tisular ha sido probada científica y clínicamente. El titanio tiene una alta resistencia a la corrosión debido a la formación espontánea de delgadas capas de óxido en su superficie, lo cual garantiza que el material se comporte de forma pasiva.

El color dorado de los implantes de la AO/ASIF se debe al proceso de anodizado. Una variedad de colores puede ser producida, dependiendo del grosor de la película de óxido. No se observa corrosión acompañada en los casos en donde la fijación interna es inestable con tejido manchado de oscuro por la abrasión de partículas de titanio puro.^{2,4}

El titanio puro y los productos de su desgaste se comportan de forma pasiva y no provocar ni reacciones alérgicas, ni tóxicas. La AO escogió no usar aleaciones en el titanio puro para preservar su excelente biocompatibilidad. Los implantes de aleaciones de titanio están disponibles solamente en indicaciones de alta resistencia, fuera del área facial.²⁸

3.3. Materiales Poliméricos Biodegradables

Debido a que generalmente es deseable que ningún material de cuerpo extraño permanezca, se realizan esfuerzos para el desarrollo de materiales biodegradables. Sin embargo, los materiales poliméricos biodegradables no están disponibles todavía para su uso con técnicas convencionales de fijación interna, los cuales se disuelven después de cierto tiempo en el cuerpo, y los cuales combinan fuerza, ductilidad adecuada y mantienen la compresión y la degradabilidad, y carecen de reacción a los tejidos.

Mientras que los implantes biodegradables adecuados no están disponibles para la fijación de fracturas en áreas de mucha carga todavía, parece que para la fijación y reconstrucción de las paredes del tercio medio de la cara (especialmente paredes orbitales), los implantes reabsorbibles estarán disponibles en el futuro.

Los implantes reabsorbibles son especialmente deseados para las cirugías óseas de niños, debido al peligro de los implantes de ser desplazados a través del crecimiento y la aposición de hueso del esqueleto facial. En la otra mano, uno debe de estar seguro que el proceso de resorción no perturbe el proceso de crecimiento.^{2,4,7,29}

CONCLUSIONES

Para el tratamiento de las fracturas en la mandíbula, la utilización de las técnicas y los sistemas de fijación a elegir, vendrán de la mano del diagnóstico certero, así como de la condición y del espacio anatómico que involucre la misma fractura en la superficie mandibular.

Para la elección de un sistema en particular es necesario el conocimiento profundo de las características de la mandíbula y de los sistemas de fijación interna, para descartar la gran variedad de opciones posibles y variables, y fundamentar nuestra elección a partir de los fundamentos que organizaciones como la AO/ASIF nos brindan.

Siempre se tendrá como dogma la rehabilitación más conservadora y benéfica para el paciente con una fractura mandibular.

Referencias Bibliográficas

1. Testut, L.; **Latarjet**, A. y Latarjet, M. *Tratado de Anatomía humana*, Salvat Editores S.A., Barcelona, 1988.674-679
2. Mukerji R. **Mandibular fractures: Historical perspective**. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2006; 44: 222–228
3. **Prein** J. Manual Of Internal Fixation in the Craneo-Facial Skeleton. Techniques Recommended by the AO/ASIF Maxillofacial Group. Editorial Springer. 1998. pp 1-48; 57-92
4. Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de Fracturas Mandibulares en los Tres Niveles de Atención -Guía de Referencia Rápida-. (Instituto Mexicano Del Seguro Social, Dirección de Prestaciones Médicas. Unidad de Atención Médica. Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad. División de Excelencia Clínica) ISBN en trámite.
5. Wong R.C.W y cols. Biomechanics of mandibular reconstruction: a review. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery 2010; 39: 313-319
6. Kruger G. Cirugía Buco-maxilofacial. Editorial Médica Panamericana. México. 1986. pp 332-338
7. Yi Z. Jian-Gou. Reconstruction plates to bridge mandibular defects: a clinical and experimental investigation in biochemical aspects. 1999; 28: 445-450
8. Hidalgo D. Refinements un mandible reconstruction. Operative Techniques in Plastic and Reconstructive Surgery. 1996; 3: 257 – 263

9. Bakanland L, Andreasen JO. Dental Traumatology: Essential diagnosis and treatment planning. *Endodontic topics* 2004;7:14-34
10. Management protocol of mandibular fractures at Pakistan Institute of medical sciences, Islamabad, Pakistan. *J Ajud Med Colabbotabad* 2007;19 (3)
11. Paza AO., Abuabara A, Passeri LA. American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. Analysis of 115 mandibular angle fractures. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66:73-76
12. Wilson M. The effects of early versus delayed treatment on mandibular fracture fixation: an analysis of complication rates and overall cost. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2013; 51: 79-106.
13. Renton T. F. Mandibular fracture osteosynthesis: a comparison of three techniques. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1996; 34: 166-173
14. Rodríguez Ruíz J.A. Editado por: Martínez-Villalobos C.S. *Osteosintesis Cráneo Maxilofacial*, 2002 Ediciones Ergon, Majadahonda (Madrid), págs. 24-43
15. Schortinghuis J. Complications of Internal Fixation of Maxillofacial Fractures With Microplates. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1999; 57: 130-134
16. Smith B. Treatment of Comminuted Mandibular Fractures by Open Reduction and Rigid Internal Fixation. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1996; 54: 328 -331.

17. Cabrini M. Fixation of Mandibular Fractures with 2.0mm miniplates: review of 191 cases. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2003; 61: 430-436
18. Cousin G. Wire-free fixation of jaw fractures. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2009; 47: 521-524
19. Fonseca R, *Oral And Maxillofacial Trauma*. 2da Edición. Editorial W.B Saunders Company. Estados Unidos de Norte América. 1991. pp 1274-1321
20. Wong R. C. W. Review of biomechanical models used in studying the biomechanics of reconstructed mandibles. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2011; 40: 393-400.
21. Kuriakose M. A comparative review of 266 mandibular fractures with internal fixation using rigid (AO/ASIF) plates or mini-plates. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1996. 34; 315-321.
22. Mehra P. Rigid Internal Fixation of Infected Mandibular Fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2009; 67: 1046 - 1051.
23. Sauerbier S. The development of plate osteosynthesis for the treatment of fractures of the mandibular body - a literature review. 2008; 36: 251- 259.
24. Gustillo RB et al: Classification of type III open fractures relative to treatment and results. *Orthopedics* 1987;10:1781-1788.
25. Mahmood H. Complications using intermaxillary fixation screws. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2011; 2011: 1411-1414

26. Lindqvist C. Future of biodegradable ostesynthesis in maxillofacial fracture surgery. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 1995; 33: 69-70
27. Carinci F. Scoring Mandibular fractures: A Tool for Staging Diagnosis, Planning Treatment and Predicting Prognosis. J Trauma 2009, 66:215-219
28. Heslop IH. Mandibular fractures: treatment by open reduction and direct skeletal fixation. Ed. Rowe NL, Williams JLI, J Maxillofacial injuries p.p 149. Churchill Livingstone New York 1994:341-85
29. Farwell G. Management of symphyseal and parasymphyseal mandibular fractures. Operative Techniques in Otolaryngology. 2008; 19: 108-112
30. Johnathan D. **Techniques of maxillary- mandibular fixation.** Operative Techniques in Otolaryngology. 2008; 19: 117-122