

31441¹

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**DISTRACTORES ÓSEOS COMO
ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE
AUMENTO DE REBORDE ALVEOLAR**

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIZACIÓN EN
ENDOPERIODONTOLOGÍA

PRESENTAN:

C. D. ANA LILIA CAMPOS SEGURA

C. D. ELIZABETH FLORES ARNAUD

DIRECTOR DE TESIS: C. D. ESP. CESAR REDONDO CABALLERO

ASESOR: C. M. F. MARTIN G. FLORES AVILA

2003

1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

A Dios siempre amoroso y sosten en nuestras vidas; por cada bendición recibida. ¡Gracias!

Agradecemos a todas las personas involucradas en la realización de este trabajo, en especial a:

C.D. ESP. Cesar Redondo Caballero,
por su dedicación, tiempo y apoyo clínico brindados en este proyecto.

C.M.F Martin G. Flores Avila, por su entusiasmo y ayuda para la elaboración de este trabajo así como su valiosa ayuda clínica.

C.D. ESP. Javier Garzón Trinidad,
Coordinador de la Especialización en Endoperiodontología de la FES Iztacala, por su amistad y apoyo incondicional.

A mi familia porque cada uno de ustedes son importantes para mi por su incomparable apoyo, amor y porque son mi mayor tesoro ¡ los amo!. **Ana.**

A mi esposo, por que gracias a su amor y apoyo la realización de esta meta fue posible y a mis padres y hermanos, por estar siempre conmigo.

Liz.

INDICE

Introducción.....	6
Capítulo I. Antecedentes	9
1.1 Antecedentes históricos	10
1.2 Distracción osteogénica en cavidad oral.....	14
1.3 Evolución de las técnicas y aditamentos de distracción.....	17
1.4 Indicaciones	18
1.5 Clasificación de los aditamentos de distracción	18
Capítulo II. Biología Ósea	20
2.1 Composición química del hueso.....	21
2.2 Células óseas y matriz ósea	21
2.2.1 Osteoblastos	21
2.2.2 Células de llenado óseo.....	22
2.2.3 Osteoclastos y células de resorción ósea	22
2.3 Estructura ósea, desarrollo y crecimiento del hueso.....	23
2.3.1 Crecimiento y remodelado de hueso cortical	24
2.3.2 Diseño y dinámica del crecimiento aposicional del hueso	24
2.3.3 Remodelado cortical: formación de osteonas secundarias	25
2.3.4 Formación y remodelación del hueso trabecular	26
2.4 Regulación del remodelado óseo	27
2.5 Biología de la regeneración ósea.....	27
2.5.1 Activación de la regeneración ósea	27
2.5.2 Promoción de la regeneración ósea	28
Capítulo III. Bases Biológicas de la Distracción Osteogénica.....	29
Período De Distracción.....	34
Período de consolidación.....	36
Período de remodelado.	37
3.1 Distracción histiogénica.....	39
3.2 Efecto de la tracción gradual sobre los músculos esqueléticos.....	39
3.3 Efecto de la tracción gradual sobre los nervios periféricos.	41

3.3.1 Estructura de los nervios periféricos.....	42
3.4 Efecto de la tracción gradual sobre el tejido gingival.....	44
3.5 Efecto de la tensión gradual sobre el ligamento periodontal.....	49
3.5.1 Estructura y función del ligamento periodontal.....	49
3.5.2 Adaptación del ligamento periodontal al movimiento dental.....	50
3.5.3 Adaptación del ligamento periodontal durante la distracción osteogénica.....	51
Capítulo IV. Distracción Alveolar.....	55
4.1 Indicaciones y contraindicaciones.....	57
4.2 Tipos de distractores alveolares.....	58
4.3 Técnica quirúrgica de distracción alveolar.....	58
4.4 Distracción alveolar para la colocación de implantes.....	59
Capítulo V. Errores y Complicaciones durante la Distracción Osteogénica.....	61
5.1 Errores.....	62
5.2 Complicaciones.....	62
5.2.1 Regeneración hipotrófica.....	63
5.2.2 Regeneración hipertrófica.....	64
5.2.3 Fractura.....	65
5.2.4 Desviación axial.....	66
5.2.5 Sobre estiramiento de los tejidos blandos.....	67
5.2.6 Infección.....	68
Capítulo VI. Presentación de Caso Clínico.....	70
6.1 Características del distractor.....	73
6.2 Procedimiento quirúrgico para la colocación del aparato distractor.....	73
6.2.1 Instrumental.....	73
6.2.2 Análisis radiográfico.....	75
6.2.3 Descripción de la técnica quirúrgica.....	76
6.2.4 Controles radiográficos.....	83
6.3 Procedimiento quirúrgico de retiro del distractor alveolar y colocación de implantes.....	84
6.3.1 Instrumental.....	84
6.3.2 Descripción de la técnica quirúrgica.....	86

6.4 Análisis de resultados	92
6.5 Comentarios	95
Conclusiones	96
Bibliografía	99
Indice de ilustraciones	104

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

6

IN
ORIGEN

Por siglos, numerosas técnicas han sido utilizadas con la intención de modificar el crecimiento óseo tanto en cantidad como en dirección. Los ortodoncistas por ejemplo, utilizan aditamentos intra orales y extra orales para restringir el crecimiento de la maxila, esperando de esta manera lograr el crecimiento sagital de la mandíbula. Los cirujanos orales utilizan injertos para modificar el tamaño o la forma del hueso y así restaurar la función y la estética. Por otro lado, los periodoncistas utilizan barreras e injertos, en sus diferentes formas, para favorecer el crecimiento de hueso alveolar interdental y mantener de esta manera los dientes más tiempo en boca.

La distracción osteogénica es un proceso quirúrgico empleado para la reconstrucción de deformidades esqueléticas. La técnica consiste en la separación gradual y controlada de segmentos óseos, que han sido quirúrgicamente fracturados, mediante fuerzas ortopédicas. Esto da por resultado una expansión simultánea del volumen de tejidos duros y blandos, lo que lo hace un procedimiento único e invaluable para la mayoría de los cirujanos.

El concepto nace en el campo de la ortopedia y posteriormente es aplicado en cirugía plástica. Hacia 1905 Codivilla realiza el primer alargamiento de un miembro; en 1951 Gabriel Ilizarov, un cirujano ortopedista ruso, es quien desarrolla el armamentario y describe las bases biológicas para este proceso, tratando así deformidades de las extremidades. Los cirujanos orales y maxilofaciales han empleado dicha técnica desde 1990, para tratamiento de deformidades del complejo cráneo facial, así como de procesos alveolares atróficos. Esto gracias a que ahora se cuenta con aditamentos de distracción mas pequeños que permiten ser colocados de manera intra oral haciendo mas práctica su aplicación clínica.

Las deformidades de los procesos alveolares son de las situaciones con las que con mayor frecuencia se enfrenta tanto el cirujano maxilofacial como el periodoncista, dichas deficiencias son consecuencia de: anomalías del desarrollo, traumatismos que conllevan a la pérdida de los dientes y enfermedad periodontal entre otras.

Esta reducción del proceso alveolar, normalmente conlleva a una función masticatoria inadecuada así como problemas estéticos. En muchos de los casos, la colocación de prótesis no se puede llevar a cabo debido a la disminución en la retención mecánica, por lo que se ha recurrido a la colocación de implantes, para lo cual es necesario que exista una adecuada cantidad de hueso tanto en altura como en grosor. Sin embargo, cuando ocurre lo contrario en donde la cantidad de hueso

disponible es mínima, se recurre al aumento de proceso alveolar utilizando diferentes técnicas.

Tal es el caso de: el uso de autoinjertos, injertos aloplásticos o regeneración ósea guiada. Cada una de ellas presenta ciertas limitaciones sobre todo en aquellos casos donde la atrofia del proceso alveolar es severa; por ejemplo, en el caso de los autoinjertos óseos normalmente es inevitable el uso de un sitio donador y puede ocurrir cierta resorción del hueso injertado. La técnica de regeneración ósea guiada ha sido ampliamente documentada sin embargo, debido a la dificultad de crear el espacio adecuado para la regeneración y obtener suficiente hueso, esta técnica solo es útil para defectos muy limitados del proceso alveolar. Los materiales aloplásticos están contraindicados si se van a colocar posteriormente implantes.

La distracción osteogénica ofrece la posibilidad de aumentar la forma, la cantidad y la fuerza mecánica del proceso alveolar, mediante la promoción para la formación de nuevo hueso de una manera rápida y predecible, previa a la colocación de implantes o de prótesis totales o parciales. El uso de esta técnica se ha incrementado mucho desde la validación experimental realizada por Block y colaboradores en 1996.

Por tal razón, el propósito de dicho trabajo es dar a conocer: los antecedentes, las bases biológicas de el proceso de distracción osteogénica, el comportamiento de los tejidos involucrados, las complicaciones de la técnica y concluir con la presentación del caso clínico, mencionando los resultados así como las diferentes observaciones obtenidas durante el proceso.

Creemos que como especialistas en el área de la Periodoncia, es importante valorar la técnica de Distracción osteogénica como una alternativa para el aumento de reborde alveolar. Por tal motivo, al presentarse al Posgrado de Endoperiodontología una paciente con un reborde alveolar atrófico, en la zona de incisivos inferiores, como consecuencia de enfermedad periodontal se decide, bajo consentimiento de la misma paciente aplicar dicha técnica para aumento de reborde alveolar con la posterior colocación de implantes, ya que la paciente quería ser rehabilitada mediante prótesis fija.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

Recientemente fue introducida una técnica de generación ósea y reconstrucción denominada Distracción osteogénica, que aunque ofrece novedosas soluciones para severas deformidades maxilares y mandibulares, la aplicación de las fuerzas de tensión y compresión al esqueleto craneofacial no es un concepto nuevo, puesto que desde el siglo XVIII se utilizaron fuerzas mecánicas para separar los huesos de la maxila y de la sutura media palatina.

En ortopedia la distracción osteogénica es comúnmente utilizada para el alargamiento de las extremidades, corrección de deformaciones y llenado de defectos óseos.

La técnica general de oseodistracción proviene de tres procedimientos independientes pero relacionados a la vez: tracción esquelética, fijación de los segmentos óseos y técnicas de osteotomía.

Similar al alargamiento de los miembros, la evolución de la distracción osteogénica cráneo facial estuvo basada en el desarrollo y mejoramiento de la tracción dento facial, osteotomías cráneo faciales y métodos de fijación cráneo facial.

1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Los principios de la manipulación mecánica de los segmentos óseos se han practicado por los ortopedistas desde tiempos antiguos, cuando Hipócrates describió las fuerzas de tracción sobre huesos fracturados, él uso un aparato externo que consistía en dos anillos de piel egipcia, que eran conectadas por cuatro barras curvas ligeras.

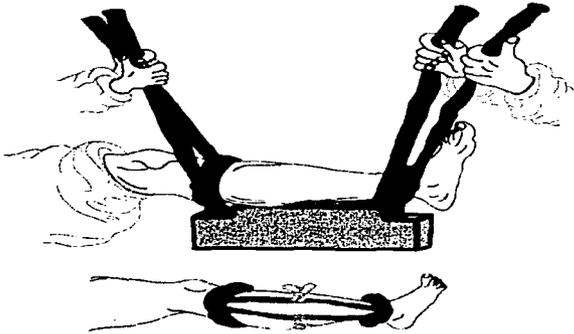


Fig. 1 Reducción de una fractura por fijación externa mediante el aditamento de Hipócrates.³⁰

La evolución de la distracción osteogénica continuó con el desarrollo de la tracción, fijación ósea y técnicas de osteotomía. Guy Chaulliac en el siglo XIV, fue el primero en aplicar tracción continua para las fracturas de huesos largos por medio de un sistema de poleas que consistía en atar un peso a la pierna por medio de un cordón manteniéndola suspendida por arriba de la polea creando así tensión. Barton en 1826, se acredita como el primero en realizar una división ósea por vía quirúrgica, a través de una incisión lateral con una pequeña sierra, es decir una osteotomía. Barton obtuvo como resultado pseudoartritis por el inminente riesgo de infección, pues las técnicas de asepsia quirúrgica y la terapéutica antibiótica no habían sido desarrolladas, pero debido a sus trabajos, tiempo después, la osteotomía fue aceptada como un proceso de rutina.

El desarrollo de la fijación externa data de mediados del siglo XIX, cuando Malgaigne construye un aparato que se fija directamente al hueso permitiendo una transmisión directa de la fuerza mecánica al esqueleto. El aparato consistía en dos ganchos dobles que eran insertados a través de piel dentro de los fragmentos de la rotula y eran conectados por un tornillo que se apretaba para que los fragmentos entraran en posición. A partir de este momento inició la evolución de la fijación esquelética externa.

Fig. 2 Aparato de fijación externa de Malgaigne.³⁰



TIENE CON
EL ORIGEN

En el siglo XX Codivilla combina estas técnicas y realiza el primer alargamiento de un miembro utilizando tracción esquelética externa posterior a una osteotomía oblicua del fémur. El dispositivo que utilizó incluía un tradicional yeso que se colocaba en la pierna y que era cortado a la mitad en el lugar de la osteotomía, la porción proximal era fijada a un dispositivo fijo mientras que la porción distal era conectada a un tornillo que se insertaba a través del calcáneo. El alargamiento se obtenía por la tracción del tornillo tras calcáneo y era repetido tan a menudo como fuera necesario. Esta técnica de Codivilla fue modificada por diferentes cirujanos en cuanto a la técnica de osteotomía, al protocolo de distracción o a los aditamentos para la fijación ósea.

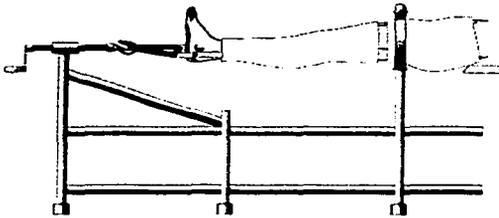


Fig. 3 Aditamento de Codivilla para el alargamiento de extremidades inferiores.³⁰

En 1908 Paúl Magnuson, reconoció el potencial biológico del periostio y el endostio. Para maximizar el potencial entre las superficies óseas del miembro a alargar, él propuso la división longitudinal del periostio seguida de una osteotomía en forma de Z.

En 1921 Vittorio Putti diseñó un aparato al que llamó osteotón para el alargamiento del fémur. El aparato consistía en dos tornillos que eran directamente insertados en la porción distal y proximal de los fragmentos óseos y que eran conectados a través de un tubo telescópico y un mecanismo especial de resortes para controlar la fuerza de tracción. Leroy Abbot usó una osteotomía en forma de U en conjunción con tornillos insertados a ambos lados del miembro, él sugirió que el alargamiento se iniciara de 7 a 10 días después de la osteotomía, cuando la inflamación ya hubiera desaparecido con un rango de tracción no mayor de 3mm diarios.

Durante los años treinta, varias y considerables modificaciones en la distracción osteogénica fueron desarrolladas. En 1932 Edward Haboush y Harry Finkelstein, describieron una nueva técnica de osteotomía en la que la incisión del periostio se hacía lejos del nivel de la separación ósea y la nueva neo-formación ósea era más rápida y dentro de un periostio intacto.

En 1952 W.V. Anderson, introdujo un procedimiento en el que utilizaban una división subcutánea de hueso, la técnica de osteotomía incluye driles con los que se hacían perforaciones en la cortical a través de una pequeña incisión en el periostio.

Gabriel Ilizarov, un cirujano ruso que en 1951, realizó una importante aportación para el desarrollo de la distracción osteogénica. Diseñó un nuevo aparato para la fijación ósea que consistía en dos anillos de metal unidos mediante tres o cuatro barras; esta técnica de fijación tuvo dos grandes avances sobre otros métodos:

- 1.- Estabilidad pero no rigidez que permitía un micro movimiento en los segmentos de hueso.
2. - Absoluto control en la manipulación de los segmentos de hueso.

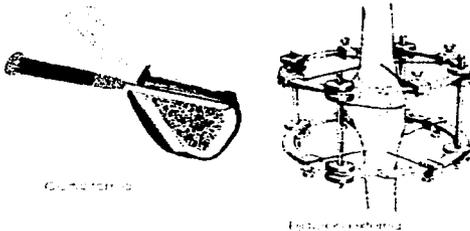


Fig. 4 Aparato de fijación externa de Gabriel Ilizarov. 30

Ilizarov desarrolló después una técnica de osteotomía subperiosteal percutánea llamada corticotomía, en la cual se dividía en dos tercios la cortical ósea con un delgado osteotomo y era terminada con un instrumento rotatorio causando así mínimo trauma al periostio y al hueso circundante. Así mismo, describió un protocolo para la distracción, que consistía en un período de latencia de 5 a 7 días seguido de un rango de distracción de 1mm por día, realizados con 4 incrementos de 0.25mm.

Basado en su experiencia clínica Ilizarov describió dos principios biológicos de distracción osteogénica conocidos como "los efectos de Ilizarov": 1) el efecto tensión-

stress sobre la génesis y crecimiento de los tejidos, y 2) la influencia del aporte sanguíneo sobre la superficie de huesos y articulaciones.

El primer principio postula que una tensión gradual provoca un estrés que puede estimular y mantener la regeneración y activar el crecimiento de tejidos vivos. Clínicamente el hueso neo-formado se remodela rápidamente adoptando la forma de la estructura natural del hueso. El segundo postulado dice, que si no existe un adecuado aporte vascular que soporte las fuerzas mecánicas, entonces el hueso no responderá favorablemente dando como resultado cambios atróficos o degenerativos. Por el contrario, si existe un adecuado aporte sanguíneo el hueso responderá con cambios hipertróficos compensatorios.

Ilizarov no sólo describió estos procesos biológicos en la distracción osteogénica, sino que también dio los parámetros necesarios para la aplicación de los principios en la práctica clínica. Sus experimentos clásicos en perros fueron enfocados a los mecanismos de la distracción osteogénica y a los parámetros óptimos en la neo-formación ósea. El primer grupo experimental fue designado para determinar el efecto de la fijación en los fragmentos óseos durante la distracción y se encontró que la fijación externa genera la formación de hueso por vía intra membranosa. En la segunda serie de estudios determinó la importancia de la preservación de los tejidos osteogénicos durante la osteotomía y los resultados mostraron que tiene igual importancia el aporte sanguíneo, el periostio y el hueso en la neo-formación ósea. En el tercer grupo experimental se buscaba el efecto de la dirección de la tracción durante la distracción y el resultado demostró que la regeneración dentro del hueso siempre sigue la forma a lo largo del eje longitudinal de la fuerza tracción ejercida.³⁰

1.2 DISTRACCIÓN OSTEOGÉNICA EN CAVIDAD ORAL

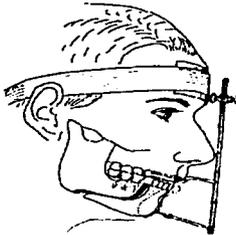
En lo que se refiere a la distracción osteogénica aplicada a cavidad oral en 1927 Rosenthal, desarrolló la primera distracción mandibular, mediante un aditamento intraoral fijo al diente, el cual era gradualmente activado por un período de un mes. Diez años después Kazanjian también realizó óseo distracción mandibular mediante el uso de tracción incremental.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 5 Aditamento de distracción mandibular de Rosenthal.³⁰



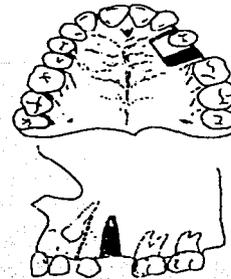
Fig. 6 Distractor extraoral. Kazanjian.³⁰



Crawford en 1948, aplicó una tracción gradual en aumento a la mandíbula fracturada de un individuo, mediante la tracción del callo fracturado por un período de 3 días hasta restablecer la posición original de la mandíbula, misma que permaneció fija mediante un aditamento oclusal.³⁰

Kole en 1959, describió un método para la corrección quirúrgica de mordida abierta debido a una malformación anterior de la maxila. La técnica involucraba, osteotomías de los segmentos interdentes anteriores de la maxila entre los dientes relacionados con la mordida abierta. En el mismo año también realizó la distracción rápida de un canino mediante corticotomía ayudado con aditamentos ortodónticos. Esta técnica la aplicaba a pacientes con una maloclusión clase II división II.³⁰

Fig. 7 Técnica de distracción de acuerdo a Kole para corrección de mordida abierta.³⁰



La primera aplicación de distracción osteogénica en el complejo craneofacial fue descrita en 1973 por Zinder y colaboradores. En 1976 Bell y Epker describieron una técnica de expansión de paladar en pacientes con deficiencias, utilizaron una osteotomía en la línea media anclándose en los premolares y primeros molares para realizar desde estos lugares la tracción de un milímetro diario.

En 1992 Mc.Carthy y colaboradores, reportaron resultados clínicos de la aplicación de la distracción osteogénica en pacientes con anomalías craneofacial congénita como la microsomía hemifacial y síndrome de Nager; en este último, las deformidades en las extremidades consisten en: ausencia del radio, sinostosis radio lunar e hipoplasia o ausencia de los dedos. La disostosis mandíbulo-facial, se caracteriza principalmente por una severa micrognasia y una hipoplasia malar.³⁰

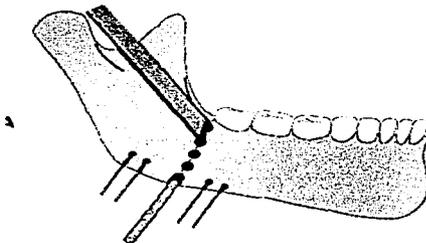


Fig. 8 Técnica de distracción mandibular.
A. osteotomía.
B. posición del aparato distractor.³⁰

1.3 EVOLUCIÓN DE LAS TÉCNICAS Y ADITAMENTOS DE DISTRACCIÓN.

Los primeros reportes que demostraron los principios de Ilizarov, aparecieron en 1973, cuando Snyder y col. simularon una deformidad mandibular mediante la resección unilateral de 23 mm de segmento óseo en la mandíbula de un perro creando de esta manera una mordida cruzada. Diez semanas después, se le realizó osteotomía a la mandíbula para colocar un aditamento de distracción externo. Después de un periodo de latencia de 7 días se activó el distractor en un rango de 1 mm por día durante 14 días, con lo que se logró restaurar la oclusión. Después de un periodo de 6 semanas de consolidación se observó el reestablecimiento de las corticales y canales mandibulares.³⁰



Fig. 9 Aditamento de distracción externa de Zinder.³⁰

Utilizando un protocolo de distracción similar, Michieli y Miotti en 1977 demostraron la factibilidad del alargamiento mandibular intraoral. Implementaron un aditamento cementado al diente, este experimento lo realizaron en dos perros. Los estudios histológicos demostraron la formación de nuevo hueso a partir de las fibras colágenas que tenían un orden paralelo, mismas que se remodelaron de manera subsiguiente para formar hueso lamelar.³⁰

Fig. 10 Aditamento para distracción mandibular de Michieli y Miotti.³⁰



1.4 INDICACIONES

Como se ha podido observar, a lo largo del tiempo la distracción osteogénica ha demostrado gran versatilidad y su aplicación se dio primero en el campo de la ortopedia y posteriormente fue aplicada en el campo de la cirugía maxilofacial. De particular interés para los cirujanos maxilofaciales, a sido su uso para tres situaciones generales: 1) reconstrucción de procesos alveolares para la posterior colocación de implantes, 2) alargamiento de la mandíbula y 3) avanzamiento de la mitad de la cara con la técnica de Le Fort III. De todas ellas se desprenden casos particulares.

Sin embargo, en el campo de la periodoncia es muy poco lo que se ha incursionado al respecto, de tal forma que dicho tratamiento pueda ser utilizado como alternativa para el aumento de reborde alveolar.³⁰

1.5 CLASIFICACIÓN DE LOS ADITAMENTOS DE DISTRACCIÓN

En general existen dos tipos de aditamentos que se han empleado para la óseo distracción craneofacial: externos e internos. Los externos, son insertados al hueso mediante pines percutáneos conectados externamente a las placas de fijación, mismas que son unidas entre sí mediante un rodillo distractor que cuando se activa empuja a los segmentos óseos, generando hueso nuevo mediante esta vía. En relación a su dirección estos aditamentos se clasifican en unidireccionales, bidireccionales o multidireccionales.

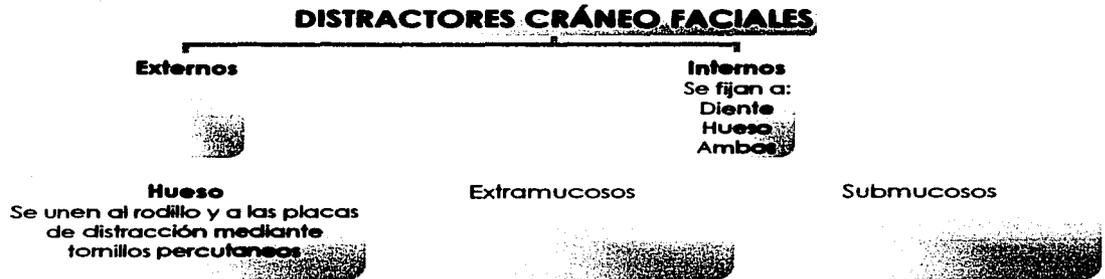


Fig. 11 Clasificación de los aditamentos de distracción cráneo facial.³⁰

Los aditamentos internos pueden ser colocados subcutáneos o intra oralmente, estos últimos pueden ser ubicados extramucosos o submucosos, y pueden ser insertados en diente, hueso o a ambos (híbridos).³⁰

CAPITULO II. BIOLOGÍA ÓSEA

El tejido óseo es uno de los cuatro tejidos que constituyen o forman parte del cuerpo humano y de los vertebrados.

El hueso es un tejido con una gran actividad metabólica, tiene una tasa de recambio que permite al tejido mantenerse en equilibrio entre la aposición y resorción ósea fisiológica. Sin embargo, múltiples factores pueden provocar daño al tejido óseo como traumatismos, infecciones, anomalías etc. lo cual provoca alteración en la función ósea.

El hueso es un tejido dinámico, ampliamente inervado, que es sometido a un proceso de remodelación continuo a lo largo de la vida. Por un lado proporciona soporte estructural para el movimiento, al facilitar palancas, articulaciones y puntos de inserción para los músculos y por otro, además de proteger el encéfalo, médula espinal y el contenido del tórax y pelvis, es el soporte y matriz de la hematopoyesis; junto con todo lo anterior, el hueso contiene el 99% de calcio, 85% del fosfato, 60% del magnesio y el 35% del sodio de nuestro organismo.

2.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HUESO

El hueso está constituido aproximadamente de un 65% de mineral (mayormente hidroxapatita), 25 % de matriz orgánica y 10% de agua. La colágena representa aproximadamente el 90% de la fase orgánica, esto en peso seco, el 10 % remanente esta constituido por proteoglicanos de pequeño tamaño molecular y proteínas no colágenas, entre las cuales se encuentran: la osteocalcina que es sintetizada por los osteoblastos y favorece la formación ósea; la osteopontina que juega un rol importante en la atracción de células principalmente osteoclastos y la osteonectina. ⁴⁰

2.2 CÉLULAS ÓSEAS Y MATRIZ ÓSEA

2.2.1 OSTEOBLASTOS

Son las células encargadas de la formación ósea en todos los sitios. A intervalos regulares algunos osteoblastos son atrapados durante la formación ósea y reciben el nombre de osteocitos, los cuales forman prolongaciones citoplasmáticas para mantener la comunicación entre ellos y el paso de los nutrientes.

Uno de los aspectos más interesantes de los osteocitos son sus largas, numerosas y delicadas prolongaciones citoplasmáticas, que se extienden y comunican a través

de los canales. El cuerpo de la célula se encuentra en una cavidad denominada laguna. El sistema canicular - laguna es indispensable para: el metabolismo celular, la difusión de los nutrientes y la eliminación de los productos de desecho, puesto que sería imposible realizar estas funciones a través de una matriz mineralizada; sin embargo, la capacidad de transporte de este sistema tiene sus limitaciones como lo es la distancia que es capaz de transportar este sistema. En mamíferos es de aproximadamente 100 μm ; esto explica el grosor de una osteona, el grosor de una pared en el hueso trabecular rara vez excede los 100 μm .¹

La formación de hueso se inicia con la deposición de una matriz osteoide que posteriormente se mineraliza. El hueso trabecular se forma más rápido que el hueso laminar, los intervalos entre la deposición y la mineralización son cortos (1 a 3 días). Los estratos de matriz osteoide son pequeños y algunas veces apenas perceptibles. El hueso trabecular forma rebordes entre y alrededor de los vasos sanguíneos y estos crecen rápidamente y forman uniones a través de puentes en un periodo relativamente corto. La mineralización del hueso trabecular se inicia por medio de vesículas esféricas.¹

Comparando la formación del hueso trabecular con el hueso laminar, de este último es más lenta; la deposición de fibras de colágeno se circunscribe a una velocidad lineal en la producción de matriz osteoide de aproximadamente 1 a 2 μm por día. La formación de hueso laminar requiere de una superficie relativamente plana sobre la cual las fibras de colágena pueden ser depositadas como laminas paralelas y /o concéntricas. A diferencia del hueso trabecular el hueso laminar no construye rebordes y solo rara vez se llegan a ver vesículas de mineralización.¹

2.2.2 CÉLULAS DE LLENADO ÓSEO

Otros osteoblastos se aplanan en la superficie y se transforman en células que revisten el hueso, y son llamadas células inactivas, osteoblastos latentes, osteocitos de superficie, células de llenado óseo. Estas células también pueden participar en la iniciación de la resorción ósea pues liberan factores quimiotácticos a los osteoclastos.

2.2.3 OSTEOCLASTOS Y CÉLULAS DE RESORCIÓN ÓSEA

Los osteoclastos fueron descritos con precisión en 1873 por Kölliker, su diámetro varía de los 30 a los 100 μm y se caracterizan por ser multinucleadas de 3 hasta 30 núcleos; su citoplasma es acidofílico y a menudo contiene vacuolas; otra característica es la presencia de un borde estriado en forma de cepillo. En contraste

con los osteoblastos, los osteoclastos no tienen su origen en células mesenquimatosas, sino en el sistema hematopoyético siendo probablemente sus precursores los macrófagos granulocitos.

Los osteoclastos pertenecen a la familia de células gigantes especializadas en la ruptura de matrices calcificadas (hueso, dentina, esmalte.). La actividad osteoclastica esta dada por la capacidad de estas células de unirse a la superficie ósea y producir ahí una laguna denominada laguna de howship; los osteoclastos son móviles, y tienen la capacidad de formar muescas en la superficie del hueso.

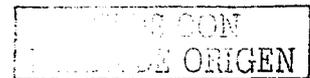
El microscopio electrónico ha provisto de información relevante referente a la organización de su citoplasma. La descripción de la interfase entre el osteoclasto y el hueso fue descrita por Holtrop y King. El área marginal del osteoclasto (zona clara, porción selladora) se adhiere a la superficie mineralizada, mientras que en la porción central la superficie de la célula es agrandada por numerosos pliegues citoplasmáticos que forman un borde rugoso. La superficie de la membrana que ha sido agrandada libera iones de hidrógeno para la producción de ácido. Después de la disolución del mineral, la exposición de las fibras de colágeno es digerida por enzimas lisosomales y no lisosomales. ¹

2.3 ESTRUCTURA ÓSEA, DESARROLLO Y CRECIMIENTO DEL HUESO

Basados en la orientación de las fibras de colágeno se distinguen tres tipos de tejido óseo: hueso trabecular, hueso laminar y un tipo intermedio entre estos dos. La textura de las fibras de colágeno fue originalmente analizada en luz polarizada y después visualizada por el microscopio electrónico. ³⁷

El hueso trabecular se forma principalmente durante el desarrollo embrionario y el desarrollo infantil y más tarde puede ser remplazado por hueso laminar. En adultos, éste reaparece cuando la formación de hueso es acelerada por requerimiento en la formación de un callo óseo durante la reparación de una fractura y en condiciones patológicas como en la enfermedad de Paget, hiperparatiroidismo o fluorosis. Es importante hacer notar que en el hueso trabecular las fibras de colágena están orientadas al azar ³¹

El hueso laminar se caracteriza por láminas de 3 a 5 μm de espesor y las fibras de colágeno se observan con una orientación paralela. Los cambios de orientación de las fibras de una capa a otra son comparados a los anillos de la madera. La



disposición de las fibras de colágeno fue analizada inicialmente con luz polarizada y más tarde confirmada con el microscopio electrónico. La disposición exacta entre capa y capa aún esta en debate.

La osificación intramembranosa o directa; se da cuando el tejido conectivo sirve como plantilla para la deposición de hueso. Durante la osificación condral o indirecta se forma un modelo es decir una base sólida que primero será cubierta y después será sustituida por hueso.

La formación del hueso depende de dos requisitos indispensables: un amplio aporte sanguíneo y soporte mecánico. Los osteoblastos solo realizan su función si se encuentran en cercanía a vasos sanguíneos. La reducción de oxígeno puede influir en la expresión de los genes en dirección de tejido fibroso. La formación altamente organizada requiere de una superficie mecánicamente estable ya que el hueso solo es depositado en una base sólida. Estos principios crean un modelo en el desarrollo temprano del hueso. ⁴⁵

2.3.1 CRECIMIENTO Y REMODELADO DE HUESO CORTICAL

Durante el desarrollo embriológico la forma de hueso es elaborada por cualquiera de las dos vías dependiendo del sitio: vía directa o intramembranosa y por vía condral o indirecta.

Durante el desarrollo fetal y el periodo de crecimiento postnatal. El hueso sufre tres cambios:

1. - Crecimiento longitudinal y en diámetro.
2. - Desarrollo del periostio y endostio.
3. - Remodelado. ¹¹

2.3.2 DISEÑO Y DINÁMICA DEL CRECIMIENTO APOSICIONAL DEL HUESO

Durante el desarrollo, el grosor del hueso y el patrón de su forma esta basado en la actividad de resorción y formación del periostio y endostio. Básicamente, la diáfisis de los huesos largos crece en diámetro por aposición del periostio y resorción del endostio. Si la aposición sobrepasa la resorción, la corteza incrementa de grosor. En adultos, las actividades cesan, pero se preserva el grosor de las paredes y el diámetro

de la cortical. En personas de edad avanzada, existe una menor resorción del endostio y puede haber una mayor aposición en el periostio, dando por resultado un incremento de la cavidad medular a expensas del grosor de la cortical.

La forma del hueso está regulada por la distribución espacial dada por la resorción y aposición del endostio y periostio

En sitios donde las láminas circunferenciales son depositadas, el rango de crecimiento está restringido de 1 a 2 μm por día. Si se requiere de un crecimiento más rápido, el hueso depositado es una combinación de hueso laminar y trabecular, resultando en la formación de osteonas primarias.

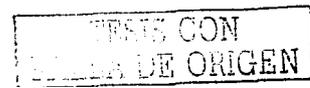
Gracias a que el hueso trabecular tiene una velocidad mayor de crecimiento, ayuda a que las osteonas sean completadas, ya que forma muescas y túneles mismas que serán disminuidas por la deposición de láminas concéntricas

Estos mecanismos resultan en muchas ocasiones en un incremento de la aposición diaria porque el crecimiento del hueso esponjoso no depende del rango de formación de la matriz, sino del reclutamiento y proliferación de los nuevos osteoblastos. ¹¹

2.3.3 REMODELADO CORTICAL: FORMACIÓN DE OSTEONAS SECUNDARIAS

Las osteonas secundarias son formadas durante el crecimiento aposicional, como resultado de la sustitución que es iniciada por la resorción y aposición. En primer lugar la resorción del canal es llevada a cabo por los osteoclastos, después aparecen los osteoblastos e inician el llenado del mismo a manera de láminas concéntricas. En el hueso humano compacto las osteonas secundarias tienen un diámetro de 200 a 500 μm y una longitud de 50 a 80 μm . El grosor de la pared alcanza de 70 a 100 μm y varía algo con la edad. Las osteonas secundarias corren paralelamente al eje longitudinal del hueso. Su longitud es difícil de medir por sus frecuentes ramificaciones. Como una estructura cilíndrica coherente es rara vez más de 2 a 3 mm. de largo y son interconectados por canales transversales (canales de Volkman) a intervalos de 0.5 a 1.0 milímetros.

Las osteonas secundarias son siempre separadas desde alrededor de la matriz por una línea cementante. Dos tipos de líneas cementantes son distinguidos: líneas de detención y líneas de inversión



Las líneas de detención son suaves y estrictamente paralelas a las láminas, ellas aparecen cuando la formación de hueso es detenida y después de periodos de latencia. Las líneas de inversión son formadas cuando la resorción es terminada y es seguida de la deposición ósea realizada por los osteoblastos. ¹¹

Secciones longitudinales de las osteonas recientemente formadas muestran que tanto la resorción como la aposición, se dan de manera simultánea tanto en espacio como en tiempo y ocurren en sitios de remodelado discreto; a este fenómeno se le denomina unidades de metabolismo óseo o BMUs ^{14,15}

2.3.4 FORMACIÓN Y REMODELACIÓN DEL HUESO TRABECULAR

Desarrollo y crecimiento

En el desarrollo embriológico, el trabeculado primario aparece como una condensación en el mesénquima. Siempre en cercanía con los vasos sanguíneos. La osificación intramembranosa principalmente toma lugar en la cabeza en la formación de la premaxila, maxila, paladar, nariz, lagrimal, zigomático, hueso timpánico y el vómer. La mandíbula se forma directamente en el mesénquima, lateral al Cartilago de Meckel.

En huesos largos, el hueso cancelar se origina en la metafisis. En la epífisis es inicialmente formada en centros de osificación secundaria y después terminada la osificación endocondral desde el cartilago articular. Durante el crecimiento, el hueso cancelar es completamente remodelado o eliminado por la expansión de la cavidad medular.

La forma y remodelación continúa después de que termina el crecimiento, microscópicamente es asombroso el alto número de líneas de detención y líneas de inversión indicando un intenso movimiento. Como fue mencionado el remodelado indica cambio en la forma en cualquier tejido remplazado o substituido.

La forma en la trabécula, específicamente los cambios en la arquitectura del hueso esponjoso, está determinada por un patrón de crecimiento. Después cambios profundos se experimentan dando por resultado una adaptación estructural misma que capacita al hueso para resistir el estrés con un mínimo de material. ¹¹

2.4 REGULACIÓN DEL REMODELADO ÓSEO

De manera sistemática, el remodelado óseo es activado por las hormonas tiroideas y paratiroides e inhibido por la calcitonina y cortisona; localmente es activado por traumatismos como fracturas, cirugías o colocación de implantes. De tal forma que una interrupción del aporte sanguíneo asociado a una necrosis o pérdida de la vitalidad del tejido óseo resulta en la activación del remodelado, re vascularización y sustitución de zonas necróticas por tejido vital. ³¹

2.5 BIOLOGÍA DE LA REGENERACIÓN OSEA

La regeneración es comúnmente entendida como el reemplazo de los componentes perdidos en el cuerpo con la misma calidad y organización que el tejido original. Muchos tejidos u órganos están siempre en regeneración fisiológica como ocurre con las células sanguíneas, epitelio, tejido glandular o el endometrio durante el ciclo reproductivo. Sin embargo, células como las nerviosas o las fibras musculares no pueden proliferar ni regenerar.

El hueso tiene la capacidad única para restaurar por completo su estructura original con un alto grado de organización, reproduciendo secuencialmente, patrones de su desarrollo y crecimiento. De igual manera asegura un amplio aporte sanguíneo y estabilidad mecánica proporcionando así una base sólida. ¹¹

2.5.1 ACTIVACIÓN DE LA REGENERACIÓN ÓSEA

Cualquier lesión ósea (fractura, defecto, colocación de implantes o interrupción del aporte sanguíneo) activa la regeneración local por la liberación de factores de crecimiento (FC) e inductores.

Entre los factores de crecimiento encontrados en el hueso, algunos de ellos producidos por células óseas se encuentran

Factor de crecimiento semejante a la insulina (FCI)

Factor de crecimiento transformante (FCT)

Factor de crecimiento de fibroblastos (FCF)

Factor de crecimiento derivado de las plaquetas (FCDP)

Factor de necrosis tumoral (FNT)

Algunos otros factores interesantes son las proteínas morfogenéticas de hueso (BMPs), que han sido fraccionadas en 7 diferentes proteínas. ^{46,48}

2.5.2 PROMOCIÓN DE LA REGENERACIÓN ÓSEA

El tejido óseo tiene un gran potencial regenerativo que es capaz de restaurar la estructura original y este tejido tiene todas las propiedades mecánicas. Pero esta capacidad es limitada y puede fallar si las condiciones no son llevadas a cabo. Los factores que impiden o limitan la capacidad ósea son entre otros:

- 1.- Falta de aporte sanguíneo.
2. - Inestabilidad mecánica.
3. - Defectos de gran tamaño.
4. - Tejidos que compiten con una activa proliferación.

La falta de aporte sanguíneo y la inestabilidad son comúnmente asociados a las fracturas y a menudo resultan en un fallo en la unión de fragmentos óseos. La inestabilidad mecánica causa hipertrofia con formación abundante de callo con un tejido fibroso en el área de unión de la fractura. La interrupción del aporte sanguíneo causa necrosis de los fragmentos o de la porción terminal de estos. La pérdida de los fragmentos o la remoción quirúrgica de estos crean defectos de gran tamaño que deberán ser llenados por hueso trabecular. Finalmente las células de los tejidos blandos suaves vecinos proliferan más rápido que el hueso y este no puede llenar el defecto; el tejido conectivo fibroso es de los más rápidos en proliferar y por lo tanto la regeneración ósea no puede completarse. ¹¹

CAPÍTULO III.
BASES
BIOLÓGICAS DE LA
DISTRACCIÓN
OSTEOGÉNICA

La distracción osteogénica es un proceso biológico único de neo formación ósea entre las superficies de segmentos óseos que son gradualmente separadas mediante tracción incremental. Dependiendo de la anatomía del sitio donde la tracción sea inducida, la técnica de distracción osteogénica es dividida en: Calostasis o distracción de la fractura del callo óseo y distracción de la placa de crecimiento óseo.²

La técnica de calostasis o el gradual estiramiento del callo de reparación formado alrededor de los segmentos óseos separados, ha sido el método de distracción osteogénica más utilizado en modelos experimentales y aplicaciones clínicas. Comienza con el desarrollo de un callo de reparación similar al observado durante la reparación de una fractura. La neoformación ósea se inicia cuando las fuerzas de tracción son aplicadas a los segmentos óseos interrumpiendo así el proceso de cicatrización de la fractura colocando de tal forma al callo bajo tensión. Mientras el callo es estirado se va formando hueso nuevo de forma paralela a la dirección de la distracción, manteniendo al callo blando en el centro del espacio de distracción, dando oportunidad a que se lleve a cabo los procedimientos de cicatrización de rutina en la periferia.³⁰

En 1982, Panikarovski y col realizaron las primeras evaluaciones histológicas significativas de la distracción mandibular en 41 perros; este estudio se basó en los aspectos histomorfológicos de la neoformación ósea. Observaron una interzona fibrosa en la región central del espacio de distracción con la presencia de fibras colágenas y capilares orientadas de manera paralela a la dirección de la distracción. Por otro lado observaron la presencia de nuevo hueso a manera de trabéculas orientadas longitudinalmente, mismas que eran originadas a partir de los segmentos remanentes de hueso y que se dirigían a través de la interzona fibrosa. Los resultados de estos estudios demostraron que los mecanismos de neo formación ósea durante la distracción gradual mandibular eran muy similares a los observados en las extremidades.

Kart y col. en 1992, realizaron un estudio similar pero con un análisis más comprensivo de los diferentes estados de formación. Para este estudio se realizó la corticotomía mandibular unilateral y se esperó un período de latencia de 10 días, después del cual se comenzó la distracción de 1mm por día durante 20 días, seguido de un período de consolidación de 8 semanas.³⁰

Histomorfológicamente el espacio de distracción fue representado por cuatro zonas: 1) una zona central de tejido fibroso, 2) una zona de extensión de formación ósea, 3) una zona de remodelado óseo y 4) una zona de maduración ósea.

De manera colectiva estos estudios dieron las bases científicas para la adaptación clínica de la técnica de distracción osteogénica en el complejo cráneo facial. A partir de la publicación de estos estudios varios grupos se han dado a la tarea de clarificar los procesos biológicos que tiene lugar durante la distracción osteogénica e histiogenética

La distracción osteogénica comienza con el desarrollo de un callo reparativo entre los extremos de los segmentos óseos separados por osteotomía. Después de que el callo inicialmente se ha formado, se aplica una fuerza de distracción a estos segmentos que los separa gradualmente, provocando una tensión sobre el callo; esto provoca una alineación del tejido del espacio inter segmentario de manera paralela a la dirección de la distracción. Después de haber conseguido la distancia de hueso requerida, cesa la fuerza de distracción permitiendo que el hueso neo-formado comience su maduración y remodelado hasta que no pueda ser distinguido del resto del hueso.

Clínicamente, la distracción osteogénica consiste en 5 períodos secuenciales: 1) osteotomía, 2) latencia, que es la duración a partir de la división ósea al inicio de la tracción, 3) distracción, que es el tiempo en el que es aplicada la tracción gradual y se da la regeneración; 4) consolidación, período que permite la maduración y corticalización del tejido regenerado después de que las fuerzas de tracción cesan; 5) remodelado, el cual va desde la aplicación total de las cargas funcionales hasta el completo remodelado del hueso neo-formado. A continuación se detallan cada uno de los períodos:

OSTEOTOMÍA

Se refiere a la separación, mediante un corte, de dos segmentos óseos similar a una fractura, lo cual va a desencadenar un proceso evolutivo de reparación ósea conocido como cicatrización de la fractura. Este proceso involucra el reclutamiento de células osteoprogenitoras, seguidas por modulación celular u osteoinducción y el establecimiento de un medio ambiente adecuado, osteoconducción.

Como resultado, se forma un callo reparativo dentro y alrededor de los extremos de los segmentos; bajo condiciones normales el callo sufre un recambio gradual de hueso laminar el cual es mecánicamente más resistente.³⁰

Tradicionalmente la cicatrización de la fractura ha sido descrita en 6 fases: 1) impacto, 2) inducción, 3) inflamación, 4) callo suave, 5) callo duro y 6) remodelado. El estado de impacto toma lugar en el momento del stress y dura hasta que exista una completa disipación de la energía, misma que es absorbida por el hueso hasta que la cicatrización ocurre. El estado de inducción provee las células necesarias para el proceso de reparación. Algunos posibles inductores son desechos de células muertas, gradientes de oxígeno, potenciales eléctricos, proteínas no colágenas y otros. ¹⁸

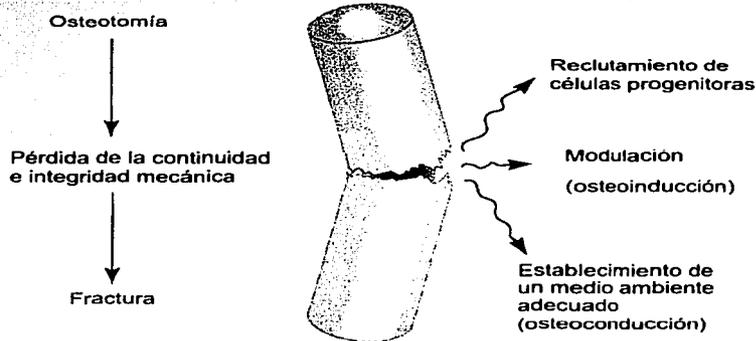


Fig. 12 Proceso de cicatrización normal de una fractura ³⁰

PERÍODO DE LATENCIA.

Es el período a partir de la osteotomía y el inicio de la tracción. Este período representa el tiempo permitido para la formación del callo. La secuencia de los eventos que ocurren en este período es similar al observado durante el proceso de cicatrización de una fractura. ^{18, 28}

Después de la separación quirúrgica de los segmentos óseos ocurre una cascada de eventos: Primero, como consecuencia de la ruptura vascular se forma un hematoma entre y alrededor de los segmentos óseos, el cual se convierte en un coágulo y ocurre entonces una necrosis en los extremos de los segmentos. Por tanto, existe un crecimiento de elementos vaso formativos y de capilares para la restauración del aporte sanguíneo así como una tremenda proliferación celular.

Este estado inflamatorio dura de 1 a 3 días tiempo en el cual, el coágulo es remplazado por tejido de granulación constituido por células inflamatorias, fibroblastos, colágena y capilares. ¹⁹

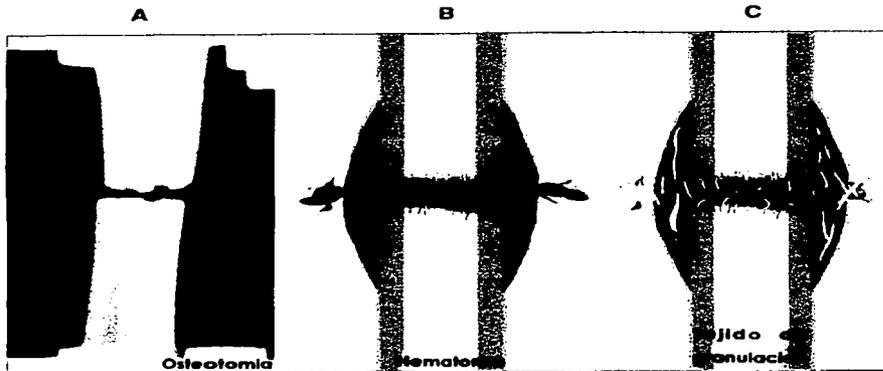


Fig. 13 Radiografía y esquemas de la tibia de una cabra que demuestran la cascada de eventos durante el estado inflamatorio.

- A, Osteotomía.
- B, Hematoma.
- C, Tejido de granulación.³⁰

Posterior a la inflamación viene el estado del callo suave que dura aproximadamente 3 semanas y se caracteriza por un continuo crecimiento de capilares dentro del callo de la fractura. Para el quinto día después de la osteotomía, se forma una red mini celular de ansas capilares en el canal medular de ambos extremos de los segmentos adyacentes a la línea de fractura, siendo las células que se encuentran en estos capilares células indiferenciadas y células osteogénicas libres.¹⁵

Fig. 14 Radiografía y esquema de latencia y formación de callo suave

- A, Latencia.
- B, Callo suave. El tejido de granulación se transforma en tejido fibroso y cartilaginoso.

³⁰



También durante este período, el tejido de granulación se convierte en tejido fibroso e incluso el cartilago remplaza al tejido de granulación; sin embargo, esto ocurre más en la periferia del espacio ínter segmentario que en el centro. 41

La formación del callo es la respuesta de determinadas células osteoprogenitoras originadas principalmente en el periostio y endostio, así como a factores activados a partir del tejido óseo recién lastimado, y es éste callo el que sirve como una base sólida sobre la cual se depositará el tejido óseo neo-formado.

PERÍODO DE DISTRACCIÓN

Es cuando se aplican las fuerzas de tracción a los segmentos ya separados de tal forma, que son traccionados dando como resultado la formación de nuevo tejido óseo dentro del creciente espacio ínter segmentario.

Durante la cicatrización normal de una fractura, el tejido fibrocartilaginoso del callo suave es remplazado por osteoblastos dentro del hueso fibroso, a lo que se le denomina estado de callo duro. El cartilago se va calcificando mientras los capilares invaden y los osteoblastos van dejando hueso nuevo sobre la matriz de cartilago calcificada. Este estado dura de 3 a 4 meses para la mayoría de las fracturas y es seguido por el estado de remodelación, que es cuando el hueso fibroso es lentamente remodelado a hueso laminar y se reconstituye el canal medular. El estado de remodelado termina cuando el hueso a regresado a la total normalidad con la restitución total del canal medular.

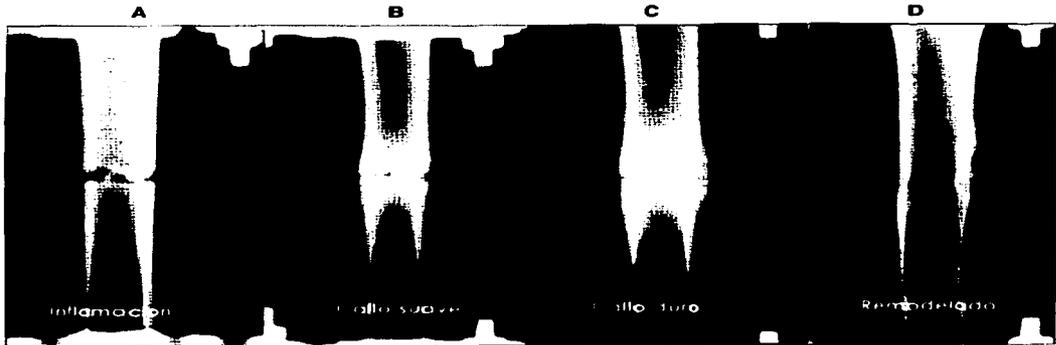


Fig. 15 Radiografía de una tibia de cabra donde se aprecian los diferentes estados durante la cicatrización normal de una fractura.³⁰

Durante la oseodistracción, se interrumpe el proceso normal de la fractura por la aplicación de tracción gradual sobre el callo suave, creando así un dinámico micro ambiente. El efecto tensión- estrés estimula cambios a nivel celular y subcelular, que pueden ser denominados como efecto estimulador del crecimiento y un efecto de remodelado de superficie.²⁷

Los elementos biológicos que se activan debido a estos efectos son: 1) prolongación de la angiogénesis con un incremento en la oxigenación tisular y 2) un incremento en la proliferación fibroblástica con intensificación de la actividad de biosíntesis.

El efecto de remodelado de superficie, provoca una alterada expresión fenotípica de los fibroblastos orientándolos a ellos y a su colágena de manera paralela al vector de distracción. Cuando comienza la distracción, el tejido fibroso del callo suave se orienta a lo largo del eje longitudinal del distractor; estas células forman fibrillas de colágena que se agrupan en los extremos de los segmentos separados.²

Entre el 3 y 7 día de distracción, los capilares crecen dentro del tejido fibroso extendiendo así la red vascular no sólo al centro del espacio, sino a través de los canales medulares de los segmentos óseos adyacentes. Estas terminaciones capilares, aportan al tejido fibroso células indiferenciadas que se diferencian en fibroblastos, condroblastos u osteoblastos.

Durante la segunda semana de distracción, se comienza a formar un trabeculado primario. Los osteoblastos localizados a lo largo de las fibras colágenas van depositando tejido osteoide sobre las mismas, que eventualmente se convierten en espículas óseas dadas por la aposición circunferencial de tejido osteoide y colágena. El proceso de osteogénesis se inicia en las paredes óseas y progresa hacia el centro del espacio de distracción. Para finales de la segunda semana, la matriz osteoide comienza a mineralizarse.³⁰

La formación ósea ocurre a lo largo del vector de tensión y se mantiene por el crecimiento de ápices del primer trabeculado, mismos que permanecen abiertos durante el proceso de distracción. Estas áreas por tanto, funcionan como una "zona de crecimiento" dando lugar a un proceso de osteogénesis a través del período de elongación. Esta distribución zonal de tejidos neo-formados permanece hasta que termina el período de distracción. Además, pueden ser observables dos zonas nuevas de remodelado trabecular primario en la unión del hueso regenerado y del hueso del huésped.²

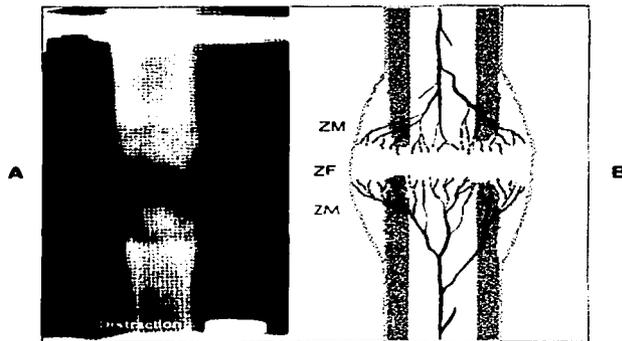


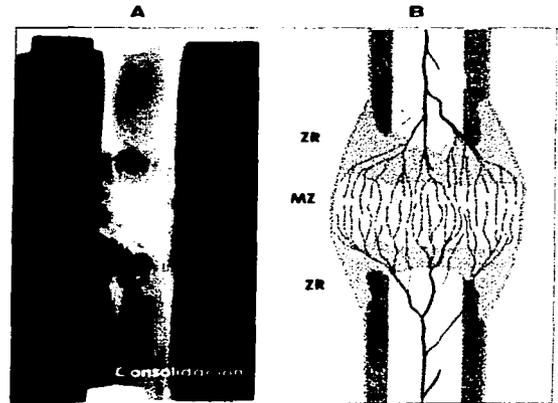
Fig. 16 Radiografía de la tibia de una cabra en donde se aprecian tres zonas estructurales de regeneración durante la distracción. Interzona fibrosa radiolúcida (ZF). Dos zonas radio opacas de la formación del trabeculado primario zonas de mineralización (ZM).³⁰

PERÍODO DE CONSOLIDACIÓN

Es el período que comprende desde la cesación de las fuerzas de tracción y la eliminación del aditamento distractor. Representa el tiempo requerido para la mineralización completa de la zona regenerada. Después de que cesa la distracción,

la interzona fibrosa gradualmente se osifica y puede distinguirse un puente fibroso. Aunque la regeneración ósea es predominantemente por osificación membranosa, se han observado zonas aisladas de cartílago lo que sugiere osificación endocondral. 34 Así mismo, se han observado focos de condrocitos rodeados de matriz osteoide lo que nos lleva a una tercera forma de osificación transcondral, debida probablemente a una disminución de la tensión de oxígeno. Mientras la zona regenerada madura, el trabeculado primario disminuye significativamente y posteriormente es reabsorbido por completo. 30

Fig. 17 Radiografía y esquema de la tibia de una cabra donde se demuestra el espacio de regeneración durante la distracción en el período de consolidación. Se aprecian dos zonas radiolúcidas (ZR) adyacentes al hueso residual divididas por la zona de mineralización (MZ) 30



PERÍODO DE REMODELADO.

Durante este período el hueso formado es reforzado por hueso laminar, así mismo se remodela el hueso cortical y el medular. El remodelado Haversiano representa el último estado de la reconstrucción cortical normalizando así la estructura ósea. Toma un año antes de que la estructura del nuevo hueso formado sea comparable a la del hueso preexistente. 30

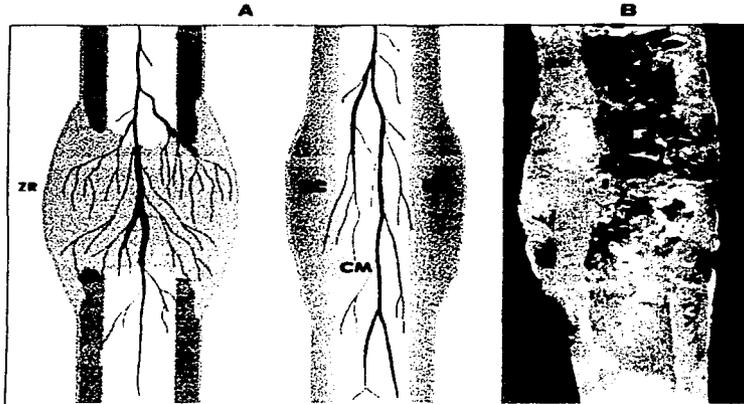


Fig. 18 Dibujos esquemáticos de la tibia de una cabra que demuestran la estructura del proceso de regeneración en la distracción durante el período de remodelado. Se aprecia una corticalización gradual de la zona de remodelado (ZR) con formación de canal medular (CM), y la presencia de hueso cortical (HC) ³⁰

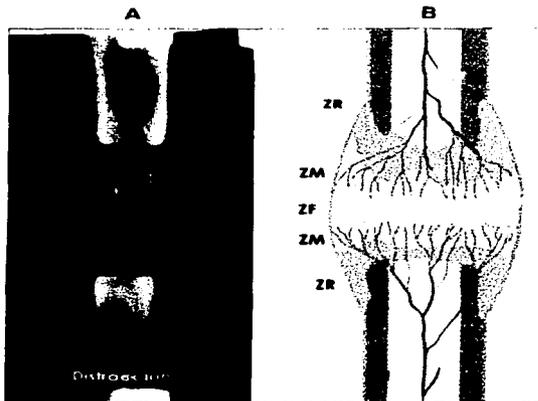


Fig. 19 Radiografía y esquema de la tibia de una cabra donde se demuestra: Interzona fibrosa radiolúcida (ZF), dos zonas radiolúcidas de mineralización (ZM) y dos zonas de remodelado adyacentes al hueso residual (ZR). ³⁰

3.1 DISTRACCIÓN HISTIOGÉNICA

El alargamiento de los tejidos blandos es una parte importante del proceso de distracción histiogénica. Idealmente los segmentos óseos y los tejidos blandos asociados deberán ser alargados de manera proporcional. Sin embargo, el alargamiento de los segmentos óseos es posible debido a que el hueso es dividido quirúrgicamente, mientras que los tejidos blandos son estirados sin una separación quirúrgica. Debido a esto se ven involucrados diferentes mecanismos biológicos en la respuesta de los tejidos blandos a un estiramiento gradual. Este proceso recibe el nombre de Distracción Histiogénica.

Este proceso se inicia por la tensión creada al aplicar las fuerzas de distracción a los segmentos óseos. Bajo la influencia del estrés tensional, la adaptación activa ocurre en todos los tejidos blandos, esto va a depender por supuesto de la elasticidad y capacidad de regeneración de los mismos.

Existen dos mecanismos por los cuales se da la adaptación de los tejidos blandos durante la distracción histiogénica: (1) regeneración de los tejidos blandos después de una disrupción y cambios degenerativos, (2) neo histiogénesis como resultado de una proliferación y crecimiento celular generalizado.³⁰

Cuando se lleva a cabo la distracción osteogénica de la mandíbula se observan también cambios en los músculos, nervios, encía y ligamento periodontal.

3.2 EFECTO DE LA TRACCIÓN GRADUAL SOBRE LOS MÚSCULOS ESQUELETALES

Anatómicamente existe una jerarquía bien definida de la estructura de los músculos. Cada célula o fibra muscular está rodeada de endomisio que une una a otra las fibras musculares y que contiene capilares y axones de nervios individuales. Los grupos de fibras musculares están unidas por finas hojas de fibrocolágena que dan el soporte al tejido y recibe el nombre de perimisio formando así el fascículo muscular. El músculo en cambio está formado por muchos fascículos mismos que están rodeados por una pequeña capa de tejido de soporte fibrocolágeno o epimisio.

Ultra estructuralmente cada músculo contiene miofibrillas compuestas por muchos sarcómeros, los cuales se encuentran ordenados en delgados y gruesos

filamentos, constituidos por miosina y actina respectivamente, localizados entre los discos Z.

El sarcómero es la unidad funcional más pequeña de la contracción muscular. Se ha mostrado que la fuerza desarrollada por un músculo durante la contracción isométrica depende de la longitud del sarcómero mismo que determina la magnitud de extensión entre los filamentos de actina y miosina. Más aún las fibras musculares producen la máxima tensión tetánica sólo cuando sus sarcómeros están ordenados con una longitud óptima provocando así el mayor número de conexiones entre la miosina y la actina. Si la longitud del sarcómero decrece, los filamentos de actina de un lado del sarcómero se traslaparan con su homólogo del otro extremo del sarcómero disminuyendo así la tensión muscular. Finalmente si la fibra muscular se estira más allá de la longitud óptima, se verá disminuida la tensión muscular como consecuencia de la reducción de las conexiones entre los filamentos de actina y miosina.³⁰

Durante la distracción osteogénica, cuando las fuerzas de distracción son aplicadas a los segmentos óseos, las fibras de los músculos insertados también sufren un estiramiento gradual, mismo que se ve reflejado en los sarcómeros que incrementan su longitud forzando de esta manera un deslizamiento de los filamentos de actina y miosina sobre sí mismos. Esto provoca una disminución en el número de puentes de conexión entre las dos proteínas y finalmente se compromete la función del músculo.³⁰

La distracción progresiva puede sobre pasar la resistencia de los tejidos, dando como resultado cambios locales de degeneración y necrosis o bien ruptura de las fibras musculares. En estos casos se llevan a cabo procesos de regeneración en los extremos de las fibras rotas, de tal forma que comienza una migración de células de la inflamación hacia el sitio de la lesión. Por otro lado las células satélites al proliferar proveen una generación nueva de mioblastos los cuales se unen para formar nuevas miofibrillas. Finalmente la síntesis de proteínas miofibrilares da por completada la restauración de las fibras musculares dañadas. De manera alterna la proliferación de las células satélites se ve dominada por la proliferación de fibroblastos y los extremos de las fibras dañadas son conectados entre sí mediante puentes de fibrocolágena.³⁰

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

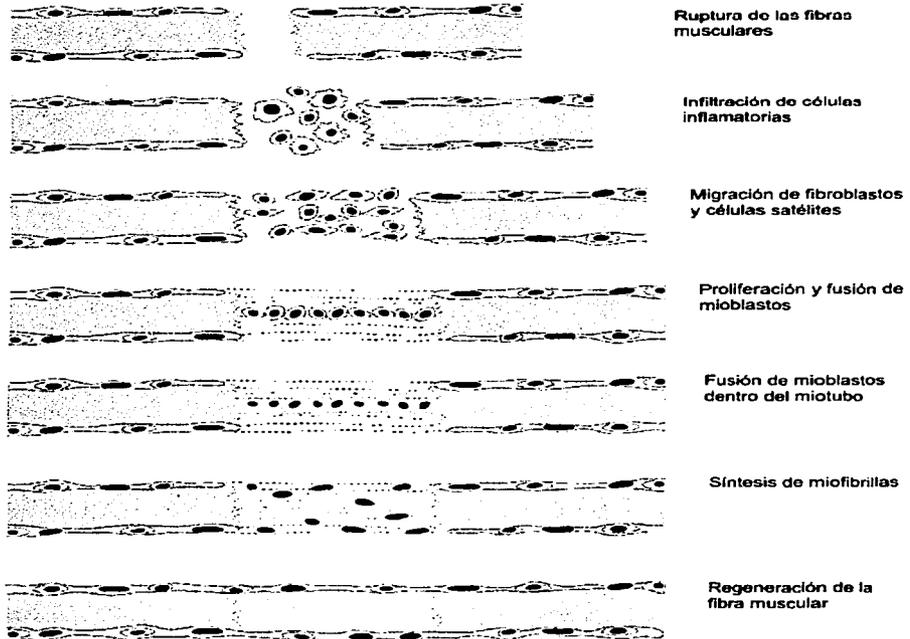


Fig. 20 Mecanismo de adaptación del músculo al proceso de distracción, mediante regeneración de la ruptura de las fibras musculares.³⁰

3.3 EFECTO DE LA TRACCIÓN GRADUAL SOBRE LOS NERVIOS PERIFÉRICOS.

La experiencia con la distracción osteogénica aplicada a las extremidades para corregir severas deformidades ortopédicas ha demostrado que esta técnica puede provocar serias complicaciones en relación a alteraciones de nervios periféricos. Sin embargo, a pesar de las grandes promesas en el campo de la reconstrucción cráneo facial, la aplicación de la distracción osteogénica en el esqueleto cráneo maxilofacial también está asociada a ciertas complicaciones como la disfunción neurosensorial.

Varias publicaciones sobre la aplicación clínica de la distracción osteogénica craneofacial han demostrado resultados vagos en cuanto al estado neurológico post operatorio, puesto que existe una gran cantidad de variables mismas que pueden influir en una ausencia total de alteraciones neurológicas ³² hasta deficiencias neurosensoriales en un 27% a 52% de los pacientes. Siendo las variables responsables de esto: el tipo de distractor utilizado, la cantidad de distracción mandibular, así como el método de medición neurológica. ³⁰

3.3.1 ESTRUCTURA DE LOS NERVIOS PERIFÉRICOS.

El sistema nervioso esta constituido por una red interrumpible de células especializadas llamadas neuronas, las cuales tiene un cuerpo celular, una prolongación llamada axón, numerosos procesos celulares llamados dendritas así como uniones celulares especializadas llamadas sinápsis. Anatómicamente el sistema nervioso esta dividido en Sistema nervioso central y sistema nervioso periférico. El SNC está constituido por el cerebro y la espina dorsal; y el SNP es el conjunto de nervios y ganglios distribuidos a lo largo del cuerpo.

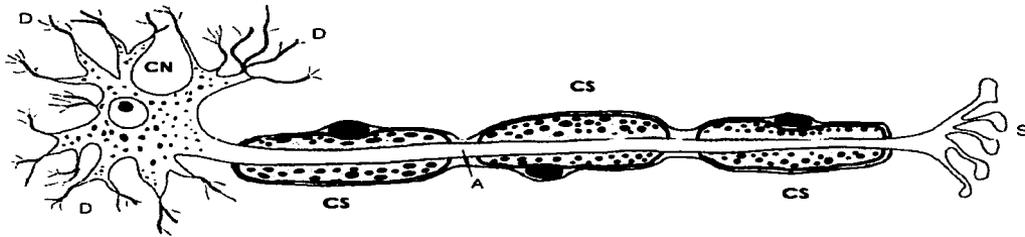


Fig. 21 Esquema de la estructura de una neurona.
Cuerpo Neural (CN), Dendritas (D), Axón (A), Sinapsis (S), Células de Schwann (CS) ³⁰

Un nervio periférico es una colección de axones (motores o sensitivos, mielinizados o no mielinizados) que están unidos unos a otros mediante un tejido de soporte dentro de un tronco anatómicamente definido. Todos los axones están envueltos por células de Schwann, las cuales proveen un soporte estructural y metabólico. Algunos axones son envueltos por solo el citoplasma de las células de Schwann y por tanto no están mielinizados, mientras que otros se encuentran rodeados por capas concéntricas de la membrana plasmática de las células de Schwann dando origen a una capa mielínica.

Cada nervio periférico está compuesto por uno o más fascículos de fibras nerviosas. Dentro de éste fascículo cada fibra o axón nervioso asociado a las células de Schwann está rodeado por una capa endoneural que contiene fibroblastos y capilares. Cada fascículo está rodeado por tejido conectivo que recibe el nombre de perineural. Por otro lado cada fascículo de nervios de manera individual está rodeado por otra capa de tejido colágeno llamado epineural.³⁰

El sistema nervioso permite una comunicación rápida y específica entre grandes áreas separadas en nuestro cuerpo. Las señales neuronales son controladas por gradientes eléctricos a través de las membranas celulares. Si un área de la membrana del axón es despolarizada y la corriente es pequeña, entonces el axón se comportará como un cable eléctrico conduciendo la corriente a lo largo de su superficie. Sin embargo, si un área del axón es despolarizada y la corriente es grande, se abrirán los canales de Na-K dando lugar a cambios en el potencial de la membrana originando un potencial de acción. En estos casos la corriente se propagará al final del axón provocando una reacción en cadena y mientras más grande sea el diámetro del axón mayor será la velocidad de propagación.³⁰

Como ya se mencionó anteriormente se han realizado numerosos estudios para determinar el daño neuronal después de un procedimiento de distracción osteogénica, tal es el caso de Makarov, Samchukov y Cope³⁰ que realizaron un estudio en 40 perros de los cuales a 12 les aplicaron distracción osteogénica para obtener un alargamiento mandibular bilateral de 10mm con la finalidad de poder observar el comportamiento del nervio alveolar inferior. Los resultados mostraron que la distracción osteogénica podía provocar cambios significativos de degeneración sobre el nervio alveolar inferior y que éstos cambios podían deberse a los procedimientos quirúrgicos como la osteotomía o bien a la colocación de los tronillos de fijación. También observaron que aquellos axones que habían perdido por completo su capacidad de respuesta no demostraron signos de restitución durante el periodo de consolidación que era de 4 a 8 semanas.

Cabe hacer mención también que es importante la cantidad de distracción. Ilizarov describió cambios histológicos en los nervios del peroné y de la tibia en perros a los que se sometió a un 50% de distracción de sus extremidades. Una revisión de la literatura relacionada con la distracción osteogénica cráneo facial reveló que la cantidad de distracción osteogénica reportada es muy variable ya que va desde un 5% a un 80% de distracción. Block y col en 1993 demostraron que después de 7mm de distracción mandibular en perros existía una degeneración moderada que consistía en desmielinización y cambios en los axones.

3.4 EFECTO DE LA TRACCIÓN GRADUAL SOBRE EL TEJIDO GINGIVAL.

Sabemos que la principal función de la mucosa oral es la de protección de los tejidos más profundos de la cavidad oral. Bajo condiciones normales de masticación los tejidos gingivales se ven expuestos a superficies de abrasión y a fuerzas mecánicas tales como compresión y estiramiento, sin embargo esta mucosa tiene la capacidad de soportar estas fuerzas por lo que se le ha denominado mucosa masticatoria.

Para describir los cambios que ocurren en el tejido gingival después de un procedimiento de distracción osteogénica Cope, Samchukov y col.³⁰ realizaron un modelo experimental con 22 perros (5 controles, 17 experimentales) a los que sometieron a distracción osteogénica para obtener 10mm de alargamiento mandibular bilateral. A continuación se describen los hallazgos más importantes:



Fig. 22
Fotografías intra orales que demuestran 10mm de distracción interdental mandibular. A, previo a la distracción, B después de 10mm de distracción.³⁰

Etapa de Distracción:

En general la mucosa después de 10 días de distracción se observaba relativamente atrófica y más delgada, con una pérdida de las inter digitaciones del epitelio al conectivo. La lámina propia demostraba una aparente proliferación de capilares los cuales se encontraban dilatados. Los cordones de colágena se observaban delgados, con fibras de colágena orientadas de manera longitudinal pero

estiradas y disminuida su ondulación. Así mismo se observaba la presencia de infiltrado inflamatorio constituido por linfocitos y células plasmáticas localizadas en regiones aisladas por debajo de la lámina basal.

Por otro lado las células dentro del estrato espinoso mostraban una desorganización total así como vacuolación, de hecho las células mostraban una arquitectura anormal con mínima delineación de los núcleos. Así mismo se observó también pérdida de los puentes intercelulares, lo que permitía espacios intercelulares más grandes y por tanto mayor edema intercelular. El estrato córneo se observaba más delgado con un menor número de capas celulares.

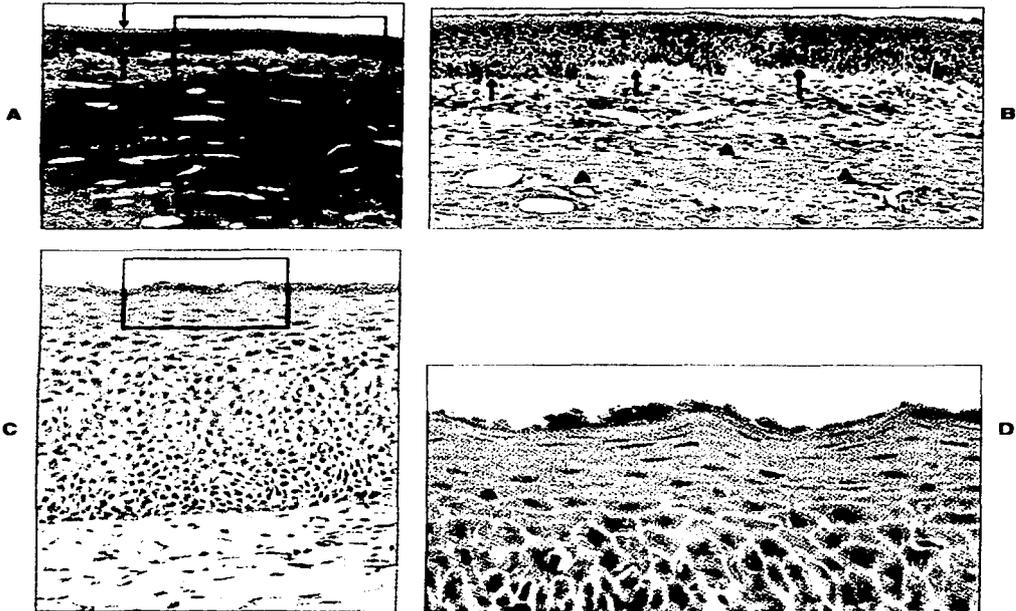


Fig. 23 Período de distracción.

A, reordenamiento de los componentes del tejido gingival, se aprecia la disminución en el grosor epitelial y el gran número de capilares dilatados.

B, Se aprecia la pérdida de las interdigitaciones y lo delgado de las fibras de colágeno en la lámina propia.

C, capas celulares del epitelio, se aprecia la desorganización celular así como la vacuolización de la lámina propia.

D, Se aprecia lo delgado del estrato córneo y la amplitud de los espacios intercelulares en el estrato granuloso.²⁰

Etapa de consolidación

Durante ésta, la estructura gingival comenzaba a tomar lentamente una apariencia más normal con una consistente maduración celular y la reaparición de las interdigitaciones del epitelio al conectivo.

A las dos semanas la lámina propia presentaba delgados cordones de colágena con una orientación longitudinal, los vasos sanguíneos todavía se observaban dilatados. Sin embargo, persistía inflamación moderada con la presencia

de células plasmáticas por debajo de la membrana basal. El grosor gingival va en aumento conforme se restituyen las interdigitaciones, el número de células basales aumenta y van tomando una apariencia más normal. El estrato espinoso se vuelve más grueso, mientras que el estrato córneo permanece relativamente delgado.



Fig. 24 Dos semanas de consolidación.

A. Reordenamiento de los componentes del tejido gingival.

B. Estratos celulares del epitelio y la reaparición de las interdigitaciones. ³⁰

A las cuatro semanas se observan pocos cambios.

A las seis semanas las fibras de colágena comienzan a estar más organizadas con una arquitectura más típica, se observan muy pocas células inflamatorias. La capa basal se encuentra dentro de la normalidad y hay un gran número de células columnares.



Fig. 25 Cuatro semanas de consolidación.

Se aprecia el reordenamiento de los elementos del tejido gingival como la disminución en el número de capilares y lo delgado de las fibras de colágeno en la lámina propia ³⁰

A las ocho semanas de consolidación la anatomía del tejido gingival se aprecia normal, las fibras de colágena son onduladas y gruesas, ya no se observa dilatación de los vasos sanguíneos y solo persiste una pequeña reacción inflamatoria por debajo de la lámina basal.

De manera ascendente en el tejido, el grosor de la mucosa parece normal con un aumentado número de interdigitaciones papilares. El estrato basal presenta células cuboidales con un constante patrón de maduración. Las células del estrato córneo son aplanadas y queratinizadas. Así mismo no se observaron signos de desgarramientos fisulares en ninguna de las secciones.

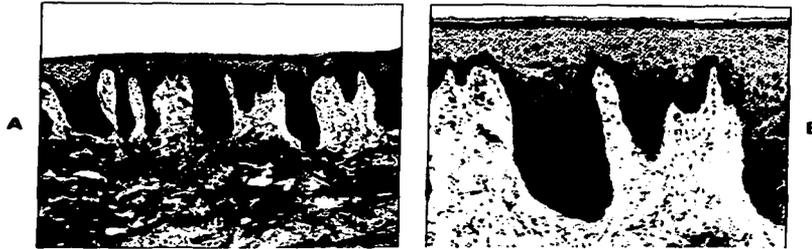


Fig. 26 Ocho semanas de consolidación.

A. apariencia normal del epitelio y la lámina propia.

B. capas celulares con una estructura normal de las interdigitaciones y de la maduración celular.³⁰

Normalmente el tejido blando responde dependiendo del grado del trauma al que es sometido; por ejemplo si el trauma es mínimo y no ocurre una reacción inflamatoria, entonces solo van a ocurrir cambios adaptativos como una hiperqueratinización de la encía.

Si el trauma es suficiente para provocar una respuesta inflamatoria se dará el proceso de regeneración que consiste en la restitución del tejido perdido con su función y arquitectura original o bien un proceso de reparación que consiste en la restauración del tejido perdido.

Durante el proceso de distracción pueden ocurrir mecanismos similares para mantener la continuidad del tejido, debido a que los efectos estimulantes de la distracción gradual involucran una adaptación de los tejidos blandos a la longitud incrementada.

Como se observó en el estudio antes descrito conforme avanza el periodo de consolidación se presenta una restitución gradual de las interdigitaciones, una maduración y diferenciación celular así como una reorganización de las fibras de colágena y de los vasos sanguíneos en la lámina propia. Ahora bien, considerando la respuesta normal de los tejidos blandos ante un trauma, parece ser que la encía lleva a cabo un proceso de regeneración y no de reparación. Esto es sugerido en virtud del hecho de que ocurre una respuesta inflamatoria durante el proceso de distracción

pero que no ocurre un rompimiento de la continuidad del tejido gingival y por tanto no se desarrolla un proceso de cicatrización tisular.³⁶

Varios mecanismos pueden ocurrir durante la adaptación gingival al proceso de distracción. Primero el tejido gingival se estira para adaptarse a la nueva longitud manteniendo la continuidad superficial, lo cual es logrado gracias a las capas celulares del epitelio; por ejemplo las células queratinizadas más superficiales se deslizan unas sobre otras para adaptarse así a la longitud incrementada. Sin embargo, las células del estrato granular y espinoso se separan como resultado de un estiramiento y/o reorganización geométrica de sus uniones celulares. Las células basales en virtud de su localización se disponen de manera más horizontal y al mismo tiempo existe una proliferación de capilares en la lámina propia.

Para que la encía pueda mantener su homeostasis tiene que restituir su morfología normal así como su densidad celular. Esto se logra gracias a que las células de la capa basal comienzan a proliferar para restituir así las capas celulares y el grosor del epitelio. Al mismo tiempo, la estimulación provocada por la tensión y el estrés incrementa la actividad sintética de los fibroblastos lo cual se ve reflejado en la gran cantidad de fibras colágenas formadas así como sustancia intercelular con la finalidad de mantener o dar soporte a un mayor volumen de epitelio.³⁰

De manera alterna, ocurre un mecanismo que consiste en la migración de la inserción del mucoperiostio al hueso alveolar cuando se da el estiramiento del tejido con la finalidad de liberar el estrés tensional.³⁰

3.5 EFECTO DE LA TENSIÓN GRADUAL SOBRE EL LIGAMENTO PERIODONTAL

El ligamento periodontal proporciona la inserción del diente al hueso alveolar gracias a la red de fibras colágenas. Así mismo este ligamento transmite las fuerzas de tensión y compresión ejercidas del diente al hueso alveolar, el cual llevará cambios adaptativos mediante procesos de resorción, osteogénesis y cementogénesis. El mecanismo exacto de adaptación del ligamento periodontal durante los cambios de longitud ha sido analizado en estudios de movimientos ortodónticos.³⁰

3.5.1 ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL LIGAMENTO PERIODONTAL

El ligamento periodontal tiene un grosor que va de un rango de .23 a .38 mm y su función es la inserción del diente al hueso alveolar, así como la propiocepción y

difusión de las fuerzas ejercidas sobre el diente. Está compuesto por fibras colágenas, las cuales son distribuidas en grupos que reciben su nombre de acuerdo a la localización en la superficie del diente, de tal forma que tenemos a las fibras gingivales, transeptales, cresto alveolares, horizontales, oblicuas y apicales. El ligamento periodontal está altamente vascularizado y tiene numerosos componentes celulares, los cuales pueden ser divididos en tres categorías: 1) sintéticas, como fibroblastos, osteoblastos, cementoblastos; 2) de resorción, como osteoclastos y cementoclastos; y 3) epiteliales como restos epiteliales de Malassez.³⁰

Aunque el ligamento periodontal juega un papel muy importante en la nutrición, síntesis, resorción y propiocepción, el principal propósito de éste es la inserción del diente y el soporte durante la función.

De manera breve se puede decir que las fuerzas de tensión y compresión aplicadas ya sea a la superficie dental o bien al hueso alveolar, activará de manera inmediata una población celular específica que tendrá la capacidad de remodelar las estructuras periodontales hasta que la masa ósea pueda resistir este estrés. El ligamento periodontal también se remodela, restaurando su estructura y su longitud.³⁰

3.5.2 ADAPTACIÓN DEL LIGAMENTO PERIODONTAL AL MOVIMIENTO DENTAL.

Cuando se aplica una fuerza mecánica constante unidireccional a un diente, se ve alterada la relación entre la superficie radicular del diente y el espacio del ligamento periodontal, dando como resultado la compresión del mismo por un lado y tensión en el lado opuesto. Esta alteración mecánica del equilibrio desencadena de manera inmediata mecanismos biológicos de adaptación como proliferación celular e incremento en el flujo sanguíneo. Es importante hacer notar que los cambios producidos en el ligamento periodontal dependen de la intensidad, duración, frecuencia y dirección de la fuerza.

En el lado de la compresión del ligamento periodontal se observa muerte celular y disminución del flujo sanguíneo, las fibras colágenas se encuentran desorganizadas y comprimidas a lo que sigue la resorción ósea misma que permite el movimiento gradual del diente en el espacio creado.

En el lado de tensión se observa un ligamento periodontal más ancho como resultado del estiramiento de las fibras colágenas, las cuales a su vez transfieren estas fuerzas de tensión al cemento y al hueso alveolar, también se observa una tensión de los vasos sanguíneos. Los fibroblastos tienen una apariencia más delgada y se orientan

en el sentido de la fuerza de tensión. Los osteoblastos depositan matriz osteoide a lo largo de las fibras colágenas en tensión formando así un trabeculado óseo paralelo a la dirección del movimiento dental.³⁰

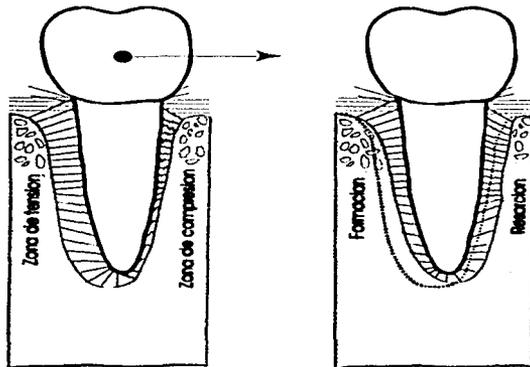


Fig. 27 Adaptación del ligamento periodontal al movimiento dental.³⁰

3.5.3 ADAPTACIÓN DEL LIGAMENTO PERIODONTAL DURANTE LA DISTRACCIÓN OSTEOGÉNICA

La relación de posición entre el diente y el hueso durante la distracción es igual a aquella observada durante el movimiento ortodóntico. Debido a la desigualdad entre las fuerzas de distracción aplicadas directamente al hueso y las fuerzas transmitidas a través del ligamento periodontal hacia el diente, la cantidad del segmento óseo en movimiento no será igual a la distancia interdental incrementada. Por tanto, el ligamento periodontal será presionado por un lado del diente y tensionado en el lado opuesto. Para poder comprender y analizar mejor la compresión y tensión ejercidas sobre el ligamento periodontal durante la distracción así como, los cambios estructurales de los segmentos óseos y de los dientes adyacentes Samchukov y Cope³⁰ utilizaron un modelo geométrico por computadora que consistía en dos modelos bidimensionales en los que se simulaba una óseo distracción interdental con preservación de las fibras del ligamento periodontal.

El modelo 1 fue diseñado para evaluar los cambios posicionales dentales y esqueléticos durante una distracción osteogénica que empleaba un distractor que va colocado sobre los dientes, transmitiendo de esta manera las fuerzas de distracción

del diente al hueso por vía del ligamento periodontal. Inicialmente esto provoca una tensión en el ligamento periodontal en el espacio de distracción y compresión en el lado opuesto, esto da por resultado un incremento mayor en la distancia interdental entre los dientes adyacentes que el grosor del hueso en el espacio de distracción. Además se puede presentar inclinación del diente. Durante el período de consolidación, el ligamento periodontal se adapta a su nueva posición gracias al mecanismo de resorción en la zona de compresión y aposición en la zona de tensión.

En el modelo 2 el distractor fue colocado en los segmentos óseos separados mediante tornillos. Durante el período de distracción los segmentos óseos son gradualmente separados, transmitiendo de esta manera las fuerzas de distracción hacia el diente a través del ligamento periodontal, creando de igual manera fuerzas de tensión y compresión que, a diferencia del modelo 1, éstas se localizan de manera diferente. Inicialmente el ligamento periodontal que se encuentra en el espacio de distracción sufre compresión dando por resultado tensión en el lado opuesto; además existe cierta resistencia de las fibras transeptales, cresto alveolares y gingivales a la separación, lo que provoca la inclinación de los dientes. Durante el período de consolidación puede verse incrementada la inclinación de los dientes y podría llegar a ser permanente debido a la adaptación del ligamento periodontal por los mecanismos de resorción y aposición.

Como conclusión de dicho estudio, se dice que lo ideal deberá ser que exista igual cantidad de movimientos dentales y esqueléticos durante la distracción osteogénica, sin embargo el análisis en ambos modelos demostró que existe una desproporción dimensional tanto del segmento óseo como de los dientes adyacentes.

La secuencia de los cambios adaptativos del ligamento periodontal está en relación a la colocación de las fuerzas de distracción, ya sea sobre los dientes o bien sobre el hueso. Cuando éste es colocado sobre los dientes, no va a transmitir todas las fuerzas de distracción a los segmentos óseos debido a la elasticidad de los tejidos blandos circundantes así como a la tensión ejercida sobre el ligamento periodontal, lo cual resulta en un mayor movimiento dental mas que esquelético. Ahora bien, aunque los distractores que son colocados sobre el hueso producen movimientos esqueléticos proporcionales, también puede ocurrir inclinación de los dientes adyacentes. Esto deberá ser tomado en cuenta para calcular los parámetros de distracción tales como duración del período de distracción y el grado de distracción.³⁰

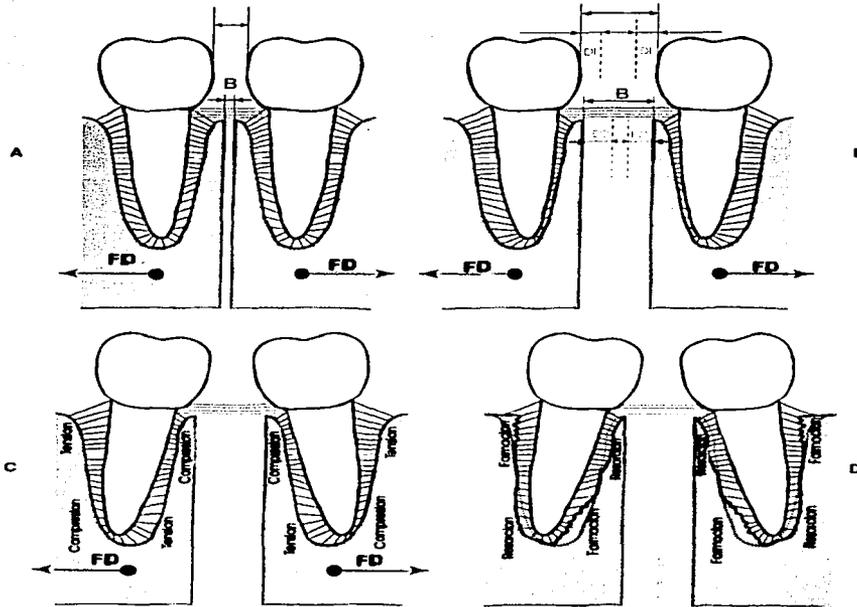


Fig. 28 Cambios posicionales y esqueléticos durante la distracción a hueso.

A, espacio inicial después de la osteotomía. (B) distancia interdental antes de la distracción (FD), la distancia interdental (DI) es mayor que el incremento en el espacio óseo (EO).

C, inclinación de los dientes durante la distracción provocando cambios en la distribución de la compresión y tensión a lo largo de la superficie de la raíz.

D, adaptación del ligamento periodontal a la nueva posición dental mediante mecanismos de aposición y resorción.³⁰

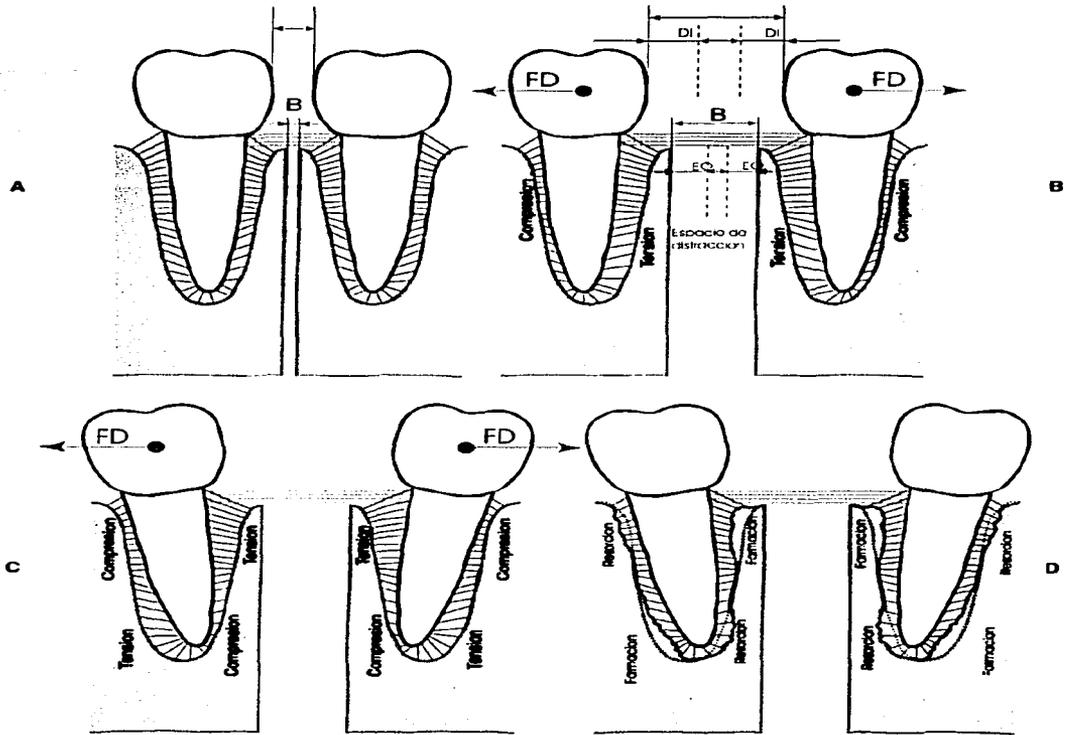


Fig. 29 Cambios posicionales y esqueléticos durante la distracción a hueso.

A, espacio inicial después de la osteotomía. (B) distancia interdental antes de la distracción B, movimientos dentales y esqueléticos durante la aplicación de las fuerzas de distracción (FD). Note la formación de zonas de tensión y compresión en los lados opuestos del diente; la distancia interdental (D1) es mayor que el incremento en el espacio óseo (EO).

C, inclinación de los dientes durante la distracción provocando cambios en la distribución de la compresión y tensión a lo largo de la superficie de la raíz.

D, adaptación del ligamento periodontal a la nueva posición dental mediante mecanismos de aposición y resorción.³⁰

**CAPITULO IV.
DISTRACCIÓN
ALVEOLAR**

Cada vez mas pacientes sufren de deformidades en los procesos alveolares debido a diversas causas como: desarrollo de anomalías, traumatismos que conllevan a la pérdida de los dientes y enfermedad periodontal entre otras. Debido a esto, se han desarrollado numerosas técnicas para corregir el proceso alveolar como: el uso de autoinjertos, injertos aloplásticos o regeneración ósea guiada; sin embargo, cada una de ellas presenta ciertas limitaciones sobre todo en aquellos casos donde la atrofia del proceso alveolar es severa.

Esta reducción del proceso alveolar normalmente provoca una disminución de la dimensión vertical de la cara lo que conlleva a una función masticatoria inadecuada así como problemas estéticos. En muchos de los casos la colocación de dentaduras no se puede llevar a cabo debido a la disminución en la retención mecánica, por lo que se ha recurrido a la colocación de implantes, para lo cual es necesario que exista una adecuada cantidad de hueso tanto en altura como en grosor. Sin embargo, cuando ocurre lo contrario en donde la cantidad de hueso disponible es mínima, se recurre al aumento de proceso alveolar utilizando las diferentes técnicas mencionadas con anterioridad.

La distracción osteogénica ofrece la posibilidad de aumentar la forma, la cantidad y la fuerza mecánica del proceso alveolar, mediante la promoción para la formación de nuevo hueso de una manera rápida y predecible previa a la colocación de implantes o de prótesis totales o parciales.³⁰

El uso de esta técnica se ha incrementado mucho desde la validación experimental realizada por Block y colaboradores en 1996, con perros en donde demostraron evidencias histológicas de regeneración ósea durante la distracción de procesos alveolares. El primer trabajo clínico de distracción alveolar fue realizado por Chin y Toth también en 1996, quienes reportaron con éxito la distracción del proceso alveolar del segmento anterior de la mandíbula de un paciente que perdió sus dientes después de un accidente. A partir de esto, se han desarrollado diferentes tipos de aditamentos intra orales y extra orales para aumentar el reborde alveolar.

De acuerdo con Illizarov durante la distracción osteogénica la neoformación ósea se da de manera longitudinal al eje de distracción o incluso perpendicular, lo que hace posible y valida su aplicación para el aumento de proceso alveolar en casos donde éste se ve deteriorado debido a enfermedad periodontal, trauma, quistes, tumores y deformidades congénitas.

El aumento de reborde alveolar puede ser dividido en dos categorías: 1) vertical donde el transporte del segmento alveolar se traslada de manera vertical incrementando así la altura del mismo; y 2) horizontal donde se transporta horizontalmente dando como resultado un incremento en el ancho del segmento óseo. La mayoría de los casos con atrofia del reborde alveolar se solucionan sólo con distracción vertical, sin embargo puede darse el caso en el que se requiera de distracción tanto vertical como horizontal.³⁰

4.1 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

INDICACIONES

- Atrofia severa del reborde edéntulo por lo que se requiere un incremento en la altura del segmento óseo para la colocación de implantes. (Como mínimo se necesitan 8 mm. de hueso para la colocación de un implante pequeño)
- Deficiencias del reborde alveolar anterior que no permiten la colocación de implantes por razones estéticas.
- Incremento en la altura del reborde alveolar para mejorar la relación corona raíz, disminuyendo así el riesgo de desplazamiento de la prótesis.
- Rebordes alveolares angostos con una adecuada altura, por lo que es necesario incrementar el segmento en sentido buco lingual para la posterior colocación de implantes.
- Desplazamiento gradual de un diente anquilosado en casos donde los movimientos ortodónticos no son posibles de realizar.
- Desplazamiento gradual de un implante óseo integrado con su hueso circundante.

30

CONTRAINDICACIONES

La distracción osteogénica está contraindicada en aquellas mandíbulas con atrofia severa, en pacientes con osteoporosis severa, o con edad muy avanzada debido a que existe un riesgo muy alto de fractura, así como espacios muy limitados para la colocación del distractor.³⁰

4.2 TIPOS DE DISTRACTORES ALVEOLARES

Existe una gran variedad de aditamentos de distracción ósea para procesos alveolares que se utilizan en la actualidad, sin embargo éstos pueden ser divididos en dos grandes categorías: endóseos y extraóseos. La selección del aditamento adecuado se basa en diferentes factores como: el grado de severidad de la atrofia del proceso alveolar, condiciones de los tejidos blandos, cantidad de distracción, así como algunas características específicas de cada distractor.

DISTRACTOR EXTRAÓSEO (Subperiosteal)

Debido a que este tipo de distractores son colocados en el aspecto lateral del hueso alveolar son capaces de transportar segmentos alveolares con dientes y a la vez reconstruir los procesos alveolares. Sin embargo es muy común que existan dehiscencias o infecciones, debido a que el colgajo mucoperióstico que cubre al distractor puede ser estirado muy fuerte. Uno de los distractores de este tipo es el Distractor Vertical. (KLS Martin, Jacksonville, FL)

DISTRACTOR ENDÓSEO

Debido a que una gran porción de este distractor es insertado en el proceso alveolar, tiene una mayor capacidad para lograr el aumento del mismo como paso preliminar a la colocación de implantes. Comercialmente los más comúnmente utilizados son: ACE Osteogenic Distractor, DISSIS Distraction Implant, y LEAD Leibinger Endosseous Alveolar Distraction.³⁰

4.3 TÉCNICA QUIRÚRGICA DE DISTRACCIÓN ALVEOLAR

Se realiza una incisión en la mucosa vestibular o de la cresta y se levanta un colgajo mucoperióstico de manera muy cuidadosa evitando el desprendimiento excesivo del hueso subyacente. Se inicia la osteotomía con una fresa de fisura fina, realizando cortes en sentido vertical y horizontal, seguidos con sierras oscilantes, de tal forma que se crea el segmento óseo a desplazar. De manera inicial la osteotomía solo incluye la cortical vestibular para crear una posición estable del segmento. Después de adaptar el aditamento de distracción se finaliza la osteotomía mediante el uso de osteotomos.

Posterior a un período de latencia de 5 a 7 días, se inicia el período de distracción alveolar con un rango de 0.5 a 1.0 mm. por día, lo cual se logra mediante

la activación del aditamento distractor de una a tres veces al día. Después de haber finalizado el período de distracción se recomienda esperar de 6 a 12 semanas que corresponden al período de consolidación.

El retiro del distractor se realiza bajo anestesia local, posterior a la confirmación radiográfica de una suficiente densidad de regeneración ósea.³⁰

4.4 DISTRACCIÓN ALVEOLAR PARA LA COLOCACIÓN DE IMPLANTES

Uno de los requisitos más importante para el éxito de los implantes, como ya lo hemos mencionado es una adecuada cantidad ósea. Para lograr este aumento de reborde alveolar, se ha utilizado con éxito la Regeneración Osea Guiada y los autoinjertos, ya sea solos o en combinación, mostrando que son capaces de regenerar hueso en sentido vestibulo lingual, sin embargo, no así en sentido vertical, puesto que la cantidad de hueso en sentido vertical que se puede obtener mediante el uso de membranas es poco predecible y se corre el riesgo de infecciones de la misma como consecuencia de fenestraciones que la exponen. Los injertos óseos cuando se usan solos sin la protección de una membrana sufren cierto grado de resorción.

La distracción osteogénica como alternativa para el aumento de reborde alveolar se ha empleado en los últimos años. Block y col. en 1998, demostraron la posibilidad de la óseo integración de los implantes dentro del hueso sometido a distracción en animales de experimentación, en los cuales obtuvo 10 mm. de ganancia ósea en sentido vertical y demostró que el espacio formado entre los segmentos óseos se llenaba por completo con hueso nuevo. Incluso realizaron una comparación en cuanto a los implantes colocados en las zonas con distracción ósea y aquellos colocados en zonas sin distracción, demostrando que los primeros se mantenían integrados y en función sin evidencias de inflamación en los tejidos blandos, así mismo mantenían el nivel óseo y permanecieron sin cambio alguno a lo largo del estudio.³⁰

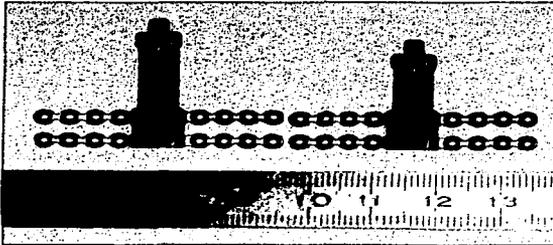
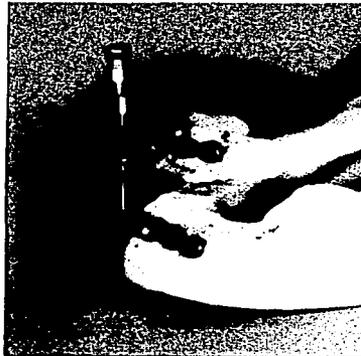


Fig. 30 Distractor alveolar intra oral TRACK KLS Martin 30

Fig. 31 Distracción alveolar vertical en paciente edéntulo mediante el distractor TRACK KLS Martin 30



**CAPITULO V.
ERRORES Y
COMPLICACIONES
DURANTE LA
DISTRACCION
OSTEOGÉNICA**

5.1 ERRORES

Los errores que ocurren durante el proceso de la distracción osteogénica pueden ser divididos en dos grupos de gran tamaño.

- 1.-Iatrogénias realizadas por el doctor o por el personal médico
- 2.-Iatrogénias relacionadas con el paciente.

Las cuales a su vez se pueden dividir en tres categorías:

- (a) errores primarios o estratégicos
- (b) errores secundarios o tácticos y
- (c) errores técnicos

Los errores primarios o estratégicos suceden durante la planeación del tratamiento e incluyen aquellos ocasionados por la omisión de las indicaciones para la distracción. Uno de ellos es la inadecuada selección del paciente, cuando este no está preparado psicológicamente o bien cuando no tolera los inconvenientes asociados a la distracción (periodo de latencia, periodo de consolidación).

Los errores secundarios o tácticos son usualmente cometidos al intentar corregir una complicación dando como resultado condiciones patológicas.

Los errores técnicos son aquellos que ocurren durante el acto quirúrgico, durante la colocación del distractor, por el vector de tracción, por un rango insuficiente de tracción, debido a una consolidación prematura, o por daño a los tejidos que se encuentran alrededor del distractor.

Los errores relacionados con los pacientes son errores técnicos cometidos por ellos mismos o por sus padres (en caso de ser menores) como: un inadecuado número de activaciones del distractor, dirección equivocada al activar el distractor o bien por una inadecuada higiene. ³⁰

5.2 COMPLICACIONES

Las complicaciones que ocurren durante la distracción osteogénica se dividen en cuatro grupos

- 1.- Malformación del tejido regenerado
- 2.- Desviaciones axiales
- 3.- Sobre estiramiento de los tejidos blandos
- 4.- Infección.

Las malformaciones pueden ser divididas en tres categorías mayores:

Regeneración hipotrófica.

Regeneración hipertrófica.

Fractura del tejido regenerado

Este grupo de complicaciones es básicamente el resultado de una inadecuada aplicación de la tensión para promover la regeneración ósea. Diferentes factores preexistentes como: tejido blando interpuesto, alteración del aporte sanguíneo y el tamaño de segmento óseo móvil influyen en la regeneración del hueso.³⁰

5.2.1 REGENERACIÓN HIPOTRÓFICA

En la regeneración hipotrófica hay un retraso en la consolidación del tejido neoformado durante la distracción y periodos de consolidación prematuros, dando por resultado la formación de defectos parciales ó pseudoartrosis que pueden ocurrir durante el periodo de consolidación o fase de remodelación.

El primer signo de retraso en la consolidación es la falta de evidencia radiográfica de la distracción, una interzona radiolúcida amplia y una irregular densidad de las zonas de mineralización de los tejidos regenerados.³⁰

La corrección de una consolidación retrasada debe ser iniciada de forma inmediata para evitar problemas aun más serios, para lo cual se pueden emplear cualquiera de los siguientes procedimientos: disminución en el rango de distracción, cesación temporal de la tracción o la combinación de ambas o bien una ligera presión en el sitio de la distracción, regresando así al proceso de distracción normal. La observación de una zona radiolúcida focal es indicación de un defecto parcial en el tejido regenerado, generalmente se localiza en la periferia del sitio de la distracción. ⁴

La regeneración hipotrófica es el resultado de errores estratégicos y errores técnicos. Los errores estratégicos pueden incluir la selección inadecuada de los

pacientes (mal nutrición, desordenes metabólicos, quimioterapia reciente), o bien la realización de osteotomías en áreas donde existe compromiso vascular. Mientras que los errores técnicos abarcan trauma durante la osteotomía con un excesivo daño, desplazamiento de los segmentos óseos, o una excesiva distancia entre los segmentos óseos. Otro factor importante de tipo técnico es la inestabilidad durante la distracción.

La regeneración hipotrófica puede ser prevenida incrementando el número de elementos de fijación, así como una manipulación sutil de los segmentos óseos con un ajuste inmediato a los parámetros de distracción.^{30,20}

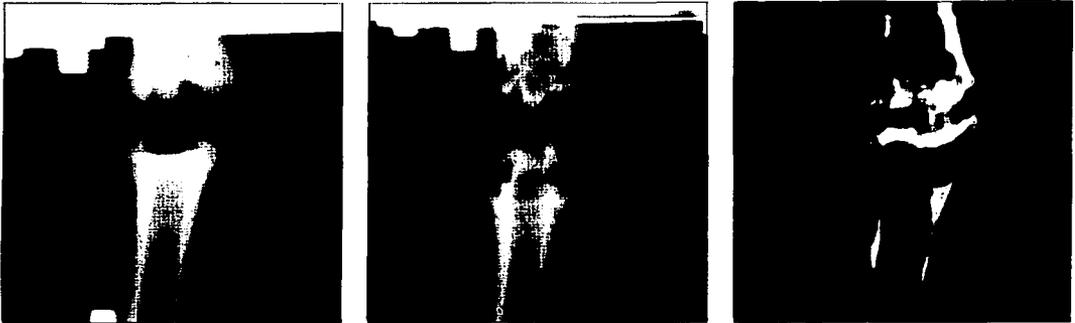


Fig. 32 Radiografías de la tibia de una cabra con Pseudoartrósis durante alargamiento experimental por medio de distracción.

A, regeneración hipotrófica durante la distracción.

B, consolidación retrasada del hueso regenerado 4 meses después de terminada la distracción.

C, Falta de unión de los segmentos óseos³⁰

5.2.2 REGENERACIÓN HIPERTRÓFICA

La regeneración hipertrófica esta caracterizada por un rango de formación ósea excesiva que conlleva a una consolidación prematura que requerirá de una osteotomía secundaria para poder continuar con la distracción.⁸ La evaluación radiográfica de la formación de nuevo tejido puede ayudar a identificar evidencia de hipertrofia.

Algunos datos característicos de hipertrofia son: consolidación prematura que incluye una disminución progresiva de altura o grosor en la interzona, densidad uniforme del tejido a través del espacio inter segmentario o a lo largo del volumen del tejido regenerado a menudo combinado con una reacción del periostio excesiva.

Al igual que en la regeneración hipotrófica, la regeneración hipertrófica es el resultado de errores técnicos y estratégicos. Los errores estratégicos incluyen la selección de parámetros normales de distracción para pacientes muy jóvenes o cuando se realizan osteotomías para incrementar la formación ósea. Los errores técnicos incluyen una elevación excesiva de periostio, inestabilidad del distractor, y compresión entre los segmentos óseos durante el periodo de latencia.^{30,38}

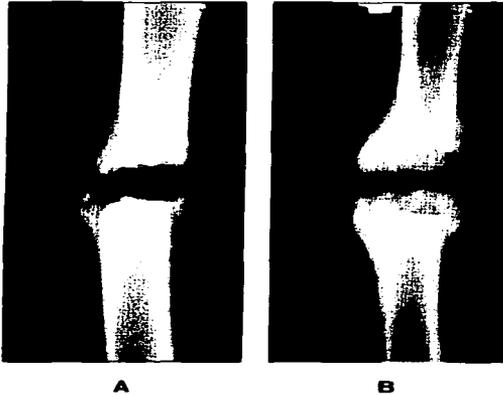


Fig. 33 Radiografías de la tibia de una cabra donde se demuestra regeneración hipertrófica.

A, 10 días de distracción, se aprecia la excesiva reacción periosteal con una mineralización temprana del espacio intersegmentario.

B, 20 días de distracción, se aprecia la disminución de la altura de la interzona con un gran volumen de hueso mineralizado.³⁰

5.2.3 FRACTURA

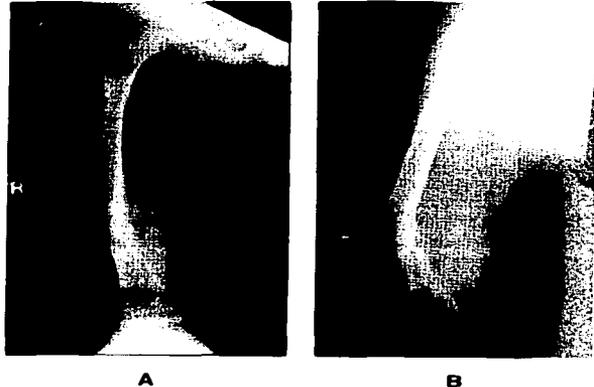
La fractura del tejido regenerado durante la distracción osteogénica generalmente ocurre en el periodo de remodelación y es a menudo el resultado de un incremento progresivo de tensión en el tejido. En ortopedia el porcentaje de casos de fractura durante la distracción va del 1% al 15%.^{38,30}

Otras condiciones que pueden favorecer una fractura son: un inadecuado periodo de consolidación, una rehabilitación funcional agresiva, el retiro inadecuado del distractor, una inadecuada evaluación de la madurez del tejido neoformado así como, la fuerza excesiva durante la manipulación del distractor.

El tratamiento de la fractura del tejido regenerado es similar al que se realiza en cualquier tipo de fractura; intentando volver a colocar en su sitio el segmento fracturado. Las fracturas del tejido regenerado son mucho más rápidas en sanar que

las fracturas de hueso puesto que existe una gran actividad celular y un excelente aporte sanguíneo.

Fig. 34 Radiografías de un alargamiento femoral que demuestran fractura posterior a la remoción del aparato.
A. Inmediatamente después de retirado el distractor.
B. Dos semanas después de retirado el distractor.³⁰



5.2.4 DESVIACIÓN AXIAL

La desviación axial biomecánica del segmento óseo en un plano sagital, coronal u horizontal es una complicación frecuente durante la distracción.³⁰

Aunque uno de los objetivos del proceso de distracción osteogénica es restaurar la altura del reborde óseo; diferentes factores interfieren con la distracción y el distractor, creando fuerzas inadecuadas por lo que el vector de tracción se altera provocando que el segmento óseo pueda ser desviado del correcto eje de tracción.

La desviación axial del segmento óseo a distraer puede ser el resultado de errores técnicos, tácticos y estratégicos. Los errores técnicos incluyen una incorrecta colocación del distractor dando como resultado el desvío del segmento. Los errores tácticos están asociados con una inadecuada aplicación de fuerza lo que provoca desviación. Los errores estratégicos ocurren durante la planeación pre operatoria e incluyen: un tamaño inadecuado del distractor por lo que la fuerza ejercida por el mismo será inapropiada, así como una osteotomía inadecuada.

La corrección de las desviaciones axiales se inicia con la eliminación de la causa como puede ser el volver a posicionar el distractor, corregir el eje de tracción, fijación firme y adecuada del distractor.

5.2.5 SOBRE ESTIRAMIENTO DE LOS TEJIDOS BLANDOS

Las fuerzas de distracción crean tensión por lo que se inician cambios adaptativos alrededor de los tejidos suaves. Esta misma tensión si no es aplicada apropiadamente puede crear un sobre estiramiento y conducir a cambios degenerativos y /o necróticos que afectan de forma negativa el objetivo final deseado. Otra causa común es la compresión gradual provocada por los elementos de anclaje del distractor. A continuación se analizará la respuesta de cada uno de los tejidos ante estos cambios

VASOS SANGUÍNEOS

Rara vez se han reportado complicaciones con los vasos sanguíneos ya que estos tienen un alto grado de adaptación.^{38,39} Los vasos sanguíneos son una de las primeras estructuras anatómicas en aparecer para proveer un adecuado aporte sanguíneo, favoreciendo la formación de los tejidos que deberán regenerarse durante la distracción. Aunque los vasos sanguíneos pueden tolerar altos rangos de distracción, son uno de los tejidos que menos toleran las fuerzas de compresión puesto que se provoca la obstrucción del flujo sanguíneo.

Las complicaciones vasculares aparecen porque hay errores estratégicos durante el plan de tratamiento (parámetros de distracción inadecuados o compromiso vascular no reconocido) o bien por errores técnicos durante la colocación del distractor. (usualmente por la inapropiada colocación de los elementos de fijación del distractor) Aunque el sobre estiramiento de los vasos sanguíneos puede crear serios problemas, la corrección del desarrollo de la isquemia es simple en la mayoría de los casos. Las manipulaciones para dicha corrección incluyen: la relajación de la tensión a una posición neutral. El alargamiento puede reactivarse después, usualmente el rango de tracción se reduce al 50%. Para prevenir el sobre estiramiento de los vasos sanguíneos se debe evaluar cuidadosamente el aporte sanguíneo de la zona quirúrgica que se intervendrá (severas anomalías congénitas, defectos óseos después de un daño tisular masivo). La evaluación angiográfica puede ser requerida aunada a la evaluación clínica.³⁹

NERVIOS PERIFÉRICOS

Las complicaciones de los nervios periféricos durante la distracción osteogénica tiene una incidencia del 2% al 5%.³⁸ En la mayoría de estos casos el compromiso causado en los nervios periféricos es el resultado de una injuria directa durante la osteotomía y la activación del distractor o bien por daño indirecto como lo es

compresión indirecta al nervio, por edema progresivo o por la colocación de los elementos de fijación.

El primer síntoma de sobre estiramiento incluye la pérdida de sensación y la función motriz, secundariamente hay pequeños periodos de edema lo cual provoca hiperestesia y disfunción motriz. El tratamiento correctivo puede estar basado en el análisis del nervio dañado y la severidad del compromiso. Si el daño al nervio ocurre durante la cirugía un tratamiento integral puede incluir la reevaluación del lugar donde se colocó el distractor y el ajuste a la velocidad en la que se realiza el alargamiento (rango de distracción). La mayoría de los casos de disfunción de los nervios periféricos se desarrolla durante la distracción. El alargamiento puede continuar pero a un rango menor, a largo plazo el resultado de un sobre estiramiento crónico es positivo aunque el periodo de restauración de la función es un proceso de rehabilitación que puede requerir más de un año.³⁰

MÚSCULO

Los signos clínicos de sobre estiramiento muscular son: movimiento limitado, contractura muscular y dolor. El continuo alargamiento puede provocar severos cambios que provocan atrofia muscular, contractura muscular permanente y subluxación o dislocación de la articulación.³⁰

El tratamiento de las complicaciones asociadas al músculo es difícil ya que en muchas ocasiones se requerirá de un segundo acto quirúrgico y por lo tanto se necesitarán de largos periodos de rehabilitación. Cuando se presentan casos de atrofia muscular congénita, atrofia muscular o injuria muscular, el rango de distracción deberá ser disminuido en un 10%.³⁰

En gran número de casos se requerirá de terapia física para tratar el sobre estiramiento y en algunas ocasiones cuando la recuperación es rápida o el daño no es tan severo tanto la terapia física como el alargamiento se podrán realizar de manera simultánea.³⁰

5.2.6 INFECCIÓN

El número de reportes de complicaciones por infección durante la distracción según los reportes varía desde el 5% hasta el 30% de los casos.^{10,24} Esta complicación se encuentra generalmente asociada a la porción externa del distractor, es decir a los tornillos percutáneos o la porción que activa al distractor dando por resultado osteomielitis o incluso infecciones generalizadas.

Aunque la puerta de entrada más común a la contaminación bacteriana es a través de los tornillos externos, ésta se previene por las barreras biológicas, la administración profiláctica de antibióticos y la higiene local. Pero en caso de infección alrededor de los tornillos el tratamiento puede ser iniciado con el uso de antibióticos y si la complicación no es controlada en 1 o 2 días se deberá usar un tratamiento más radical que incluye una incisión relajante para prevenir de esta manera una posible necrosis futura y proporcionar así un adecuado drenaje.³⁰

**CAPÍTULO VI.
PRESENTACIÓN DE
CASO CLÍNICO**

Se presenta una paciente del sexo femenino de 67 años de edad al Posgrado de Endoperiodontología, remitida por un dentista particular, para tratamiento periodontal. El motivo de la consulta de la paciente fue: "arreglar mis encías para ponerme una prótesis fija en los dientes de abajo." Los datos arrojados en la historia clínica mostraron padecimientos sistémicos como hipertensión arterial bajo tratamiento. En los antecedentes reportó haber padecido cirrosis hepática hace 40 años a consecuencia de hepatitis tipo C, motivo por el cual se encuentra bajo supervisión médica. Después de realizar el periodontograma y la serie radiográfica, se diagnosticó Periodontitis del adulto moderada generalizada y reborde alveolar atrófico en la zona correspondiente a los dientes 42, 41, 31 y 32 que corresponde a una clase III según Seibert en 1983,⁴⁹ que consiste en una disminución del tejido tanto en sentido bucolingual como ápico coronal, a consecuencia de la enfermedad periodontal.

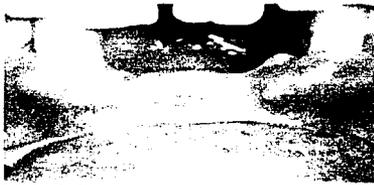


Fig. 35 Reborde alveolar atrófico como consecuencia de enfermedad periodontal



Fig. 36 Vista oclusal



Fig. 37 Serie radiográfica

La colocación de implantes ha sido una de las vías para la restauración protésica, sólo cuando existe una suficiente cantidad de hueso disponible; de tal manera, que el éxito de los implantes dependerá de la presencia de una cantidad mínima de hueso tanto en altura como en grosor y de no ser así, entonces será necesario incrementar el reborde alveolar utilizando técnicas como: la regeneración ósea guiada e injertos óseos en sus diferentes tipos. Estas técnicas han demostrado ser eficaces sin embargo, también han demostrado diversos grados de dificultad para su colocación; p. ej: en el caso de las membranas, lograr mantener el espacio necesario y tener el suficiente tejido blando para ser cubiertas; en el caso de los injertos las complicaciones comunes son: hemorragias, lesión de nervios del sitio donador (autoinjerto). Así mismo se observa una considerable resorción del injerto óseo a un año después del procedimiento, además de lo impredecible que resulta la cantidad de hueso neoformado que se pudiera obtener tanto en altura como en grosor.³⁰

Es por ello que al presentarse en el Posgrado una paciente con las características antes mencionadas y debido a su inquietud de rehabilitarse con prótesis fija se decidió realizar Distracción alveolar como una alternativa de tratamiento para incrementar el reborde alveolar con la finalidad de colocar implantes y posteriormente ser remitida para la rehabilitación protésica.

Por tal motivo se le explicó a la paciente las ventajas del procedimiento así como la necesidad de realizar para tal efecto tres procedimientos quirúrgicos: colocación del aparato distractor, retiro del aparato distractor y exposición de los implantes para su rehabilitación protésica. La paciente aceptó y se le realizaron los estudios de gabinete y laboratorio necesarios, así como la fase I del tratamiento periodontal que consiste en: Control personal de placa, eliminación de sarro, raspado radicular y pulido coronal; al final de la cual se procedió a la Fase II del tratamiento.

6.1 CARACTERÍSTICAS DEL DISTRACTOR

Se utilizó un distractor alveolar, de fabricación nacional que en su diseño es similar al distractor alveolar TRACK de KLS Martin. La selección de éste distractor alveolar en particular dependió de las siguientes condiciones:

viabilidad para su colocación en la zona anterior

disponibilidad en el mercado nacional

accesibilidad económica

rango total de distracción adecuado a los requerimientos de la paciente

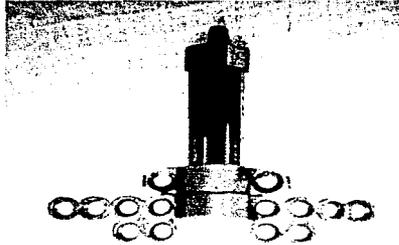


Fig. 38 Distractor alveolar.

6.2 PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO PARA LA COLOCACIÓN DEL APARATO DISTRACTOR

6.2.1 INSTRUMENTAL

- Juego de 1x3
- Jeringa para anestésico tipo Carpule
- Mango de bisturí No. 3
- Hoja de bisturí No. 15
- Elevador de periostio Molton
- Elevador de periostio Prichard
- Separador de carrillos Minnesota
- Pinzas de Adson sin dientes
- Pinzas hemostáticas curvas
- Pinzas de campo
- Cinceles finos para cirugía plástica
- Sierras oscilantes
- Martillo

- Cánula para aspiración
- Pinzas Pico de pájaro
- Alicates
- Desarmador
- Pieza de baja velocidad
- Fresas quirúrgicas para baja velocidad de bola
- Motor para implantes
- Jeringas para irrigar
- Tijeras para encía Goldman Fox
- Pinza porta aguja
- Tijeras para cortar sutura
- Sutura vicryl 3 ceros y seda 3 ceros

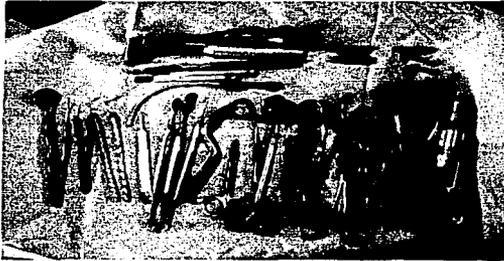


Fig. 39 Charola de instrumental

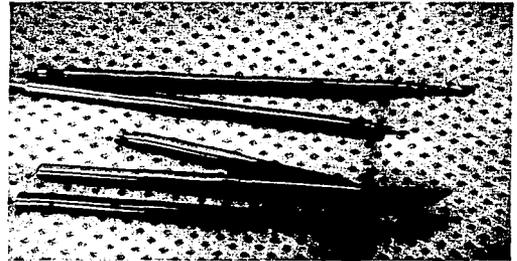


Fig. 41 Fresas quirúrgicas y drills

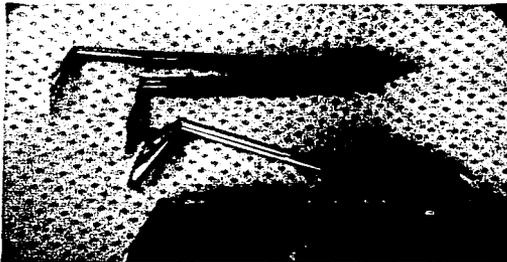


Fig. 40 Sierras oscilantes



Fig. 42 Tornillos de 8 mm. para fijación

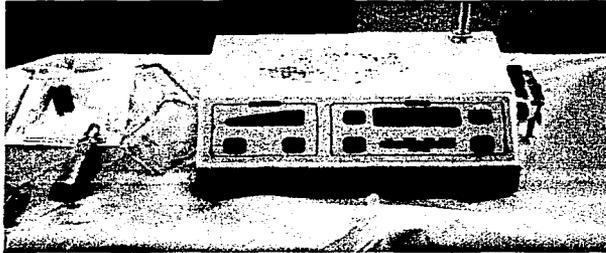


Fig. 43 Motor quirúrgico para implantes

6.2.2 ANÁLISIS RADIOGRÁFICO

Previo al procedimiento quirúrgico se realizó el análisis radiográfico correspondiente para determinar las dimensiones del reborde alveolar y establecer el tamaño del segmento óseo a distraer. Para lo cual se realizó una guía sobre la ortopantomografía con la finalidad de determinar el vector de tracción del segmento óseo, todo esto tomando en cuenta el grado de distorsión de éste tipo de radiografías, que va del 16% al 25%.⁵⁰ Por lo que las mediciones que se muestran son un estimado para la realización de los cortes.

Los cortes a realizar fueron: un corte horizontal en la porción más apical de 18mm. y dos cortes verticales convergentes a coronal de 10mm en altura, teniendo la porción coronal una longitud de 20 mm.



Fig. 44 Radiografía inicial

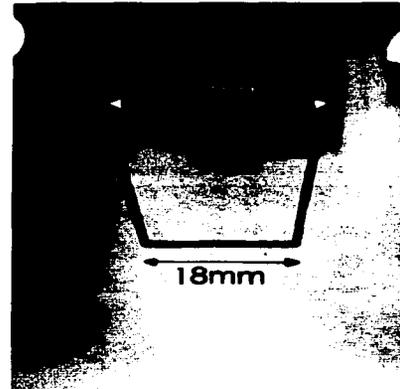


Fig. 45 Representación de las dimensiones de los cortes a realizar

6.2.3 DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA

Se realizó asepsia y antisepsia tanto de la zona peri bucal como de la cavidad oral mediante Gluconato de Clorhexidina al 0.12%.

La paciente fué anestesiada con lidocaina y epinefrina al 2% en una solución al 1:100,000 mediante infiltración bilateral del nervio dentario inferior con refuerzo en la zona del nervio mentoniano de manera bilateral. Así mismo se realizó infiltración submucosa y perimuscular de la zona anterior con la finalidad de obtener un efecto anestésico profundo y hemostático.

Posteriormente se procedió a realizar una incisión horizontal por planos en la parte interna del labio inferior, y se elevó el colgajo de espesor total de tal manera que permitiera una visibilidad adecuada.

Con una fresa de bola quirúrgica de baja velocidad se realizó la corticostomía tomando como referencia las dimensiones ya establecidas en la guía elaborada sobre la ortopantomografía sin embargo, las medidas no fueron tan precisas como se aprecia en el diseño radiográfico, debido al grado de distorsión de la radiografía, pero si se apegaron al diseño pre establecido. Enseguida se procedió a realizar los cortes sagitales con la ayuda de una sierra oscilante, ya una vez hecho el corte sagital, se

llevó a cabo la separación total del segmento con la ayuda de los cinceles y el martillo evitando de esta forma la separación de su periostio por lingual, favoreciendo así la vascularidad, garantizando la nutrición y promoviendo con ello un mejor efecto en el proceso de regeneración ósea

Posteriormente se ajustó el distractor alveolar de tal manera que la base del distractor quedó en la porción fija del hueso basal y la porción coronal del aparato se colocó sobre el fragmento móvil del hueso. Una vez satisfechos con la adaptación del aparato distractor se llevó a cabo la fijación del mismo mediante los tornillos de 8mm a los segmentos antes mencionados.

Así mismo con la finalidad de dejar un punto de referencia fijo se colocó un tornillo en la porción más apical del distractor sobre la cortical vestibular del hueso basal. Se realizó una medición inicial a partir del tornillo a la porción coronal del segmento fijo del distractor siendo ésta de 6mm.

Se reposicionó el colgajo y justo en la zona del tejido blando que cubría la porción emergente del aparato distractor se realizó un túnel para permitir la activación del mismo. La sutura se realizó por planos con vicryl 3 ceros mediante puntos aislados; se realizó hemostasia por presión durante 5 minutos



Fig. 46 Fotografía inicial



Fig. 47 Incisión horizontal por planos en la parte interna del labio inferior



Fig. 48 Levantamiento del colgajo de espesor total



Fig. 49 Con una fresa de bola quirúrgica de baja velocidad se realiza la corticostomía.

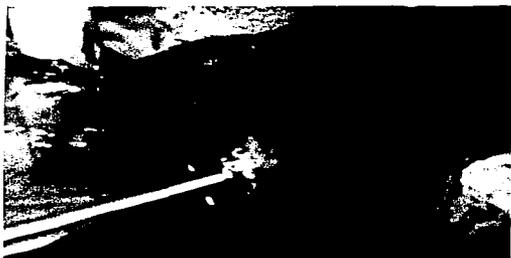


Fig. 50 Con una sierra oscilante se realizan los cortes sagitales



Fig. 51 Finalmente con el cincel se lleva a cabo la separación total del segmento óseo



Fig. 52 Adaptación del distractor alveolar



Fig. 53 Colocación y fijación del distractor alveolar



Fig. 54 Fresado para la colocación del tornillo de referencia



Fig. 55 Medición inicial de referencia



Fig. 56 Tunelización del tejido blando sobre la porción emergente del aparato distractor



Fig. 57 Sutura por planos mediante puntos aislados



Fig. 58 Sutura de la mucosa

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Las indicaciones postoperatorias consistieron en: antibióticoterapia con Amoxicilina de 750 mg. 1c/12 hrs, analgésico antiinflamatorio: Ibuprofeno de 800 mg. 1c/8hrs, y colutorios de Clorhexidina al 0.12% 2 veces al día durante 7 días

El periodo de latencia consistió en 5 días, tiempo durante el cual se inicia la reparación del hueso. El periodo de distracción tuvo una duración de 10 días con un rango de 1mm realizado por la paciente 3 veces al día según características e indicaciones del fabricante del distractor.

La activación del aparato distractor se efectúa mediante una llave que se inserta en la cabeza del distractor, misma que se encuentra fuera de la mucosa. Se realiza un giro de 360 grados en sentido de las manecillas del reloj con los dedos. La primer activación fue realizada en la clínica donde le fue explicado a la paciente todo el procedimiento frente a un espejo, dado que a partir de ese momento, el resto de las activaciones las efectuaría ella.

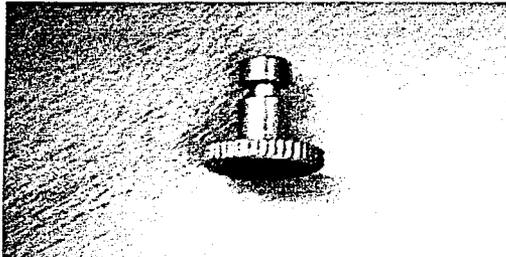


Fig. 59 Llave de activación

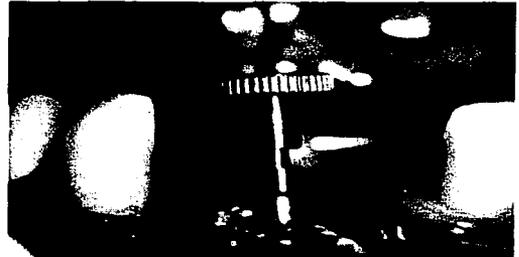


Fig. 60 Posicionamiento de la llave de activación



Fig. 61 Activación del aparato distractor

Las suturas fueron retiradas a las 2 semanas posteriores a la cirugía, fecha que correspondía a la mitad del periodo de distracción. En las Fig. 61 y 62, se aprecia un aumento de volumen y el tejido blando parece estar en condiciones de salud, no

existían signos de edema o ulceraciones, la cabeza del tornillo se observa ligeramente cubierta por tejido blando, que no imposibilita la activación del mismo.

Así mismo, la paciente fue revisada al término del periodo de distracción cuya duración fue de 10 días, se observó un aumento de volumen más significativo y los tejidos blandos permanecieron saludables (Fig. 63 y 64); sin embargo el tornillo de activación se encontraba casi cubierto en su totalidad. A partir de este momento se indicó a la paciente aplicar de manera tópica Gluconato de Clorhexidina al 0.12% alrededor del tornillo



Fig. 62 A los 5 días del periodo de distracción.
Vista por vestibular

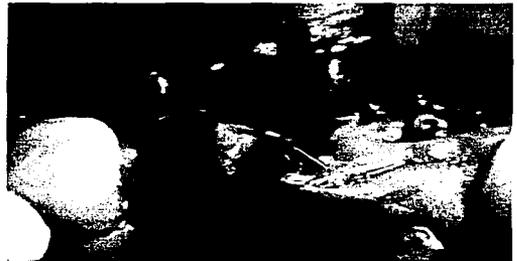


Fig. 63 Vista oclusal

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Fig. 64 Al final del periodo de distracción. Vista por vestibular

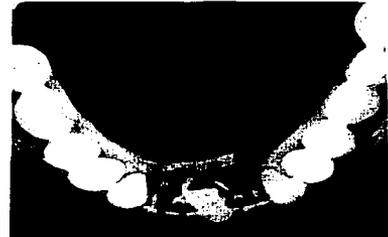


Fig. 65 Vista oclusal

El periodo de consolidación es aquel que permite la maduración y corticalización del tejido regenerado después de que las fuerzas de tracción cesan; dicho periodo tuvo una duración de 10 semanas. Durante este periodo la paciente reportó sentir un abultamiento por lingual por lo que se le toma una radiografía oclusal después de haber confirmado mediante palpación.

El análisis radiográfico mostró una desviación axial hacia lingual del segmento óseo del lado izquierdo. Se decidió repositonar el fragmento de manera digital previa anestesia local, sin embargo no fue posible su reubicación debido a lo firme del segmento. De tal forma que se decide mantenerlo bajo observación y esperar al retiro del distractor pensando en realizar una osteoplastia de dicha zona.

Fig. 66 Radiografía oclusal, se aprecia la desviación del segmento óseo



Al termino del periodo de consolidación se realizó el procedimiento quirúrgico para la remoción del aparato distractor y la colocación de los implantes.

6.2.4 CONTROLES RADIOGRÁFICOS

Se realizaron los siguientes controles radiográficos

- 1.- Una radiografía oclusal preoperatoria
- 2.- Ortopantomografía post operatoria a la colocación del aparato distractor
- 3.- Ortopantomografía posterior al periodo de latencia que fue de 5 días
- 4.- Ortopantomografía a los 5 días del periodo de distracción
- 5.- Ortopantomografía al término del periodo de distracción (10 días)
- 6.- Ortopantomografía a las 10 semanas del periodo de consolidación
- 7.- Ortopantomografía post operatoria al retiro del aparato distractor y la colocación de los implantes
- 8.- Una radiografía periapical a las seis semanas de colocados los implantes

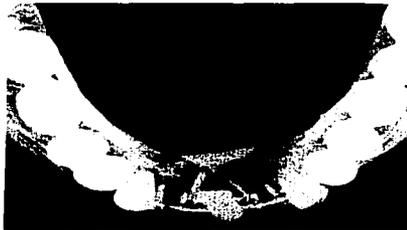


Fig. 67 Radiografía oclusal preoperatoria



Fig. 68 Ortopantomografía post operatoria

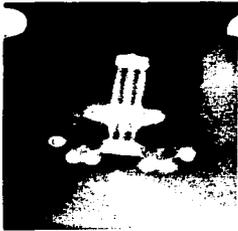


Fig. 49 Ortopantomografía a la mitad del período de distracción (5 días)

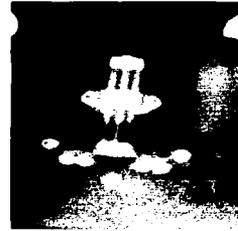


Fig. 70 Ortopantomografía al final del período de distracción (10 días)

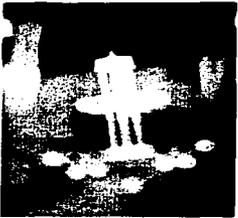


Fig. 71 Ortopantomografía a las 10 semanas del período de consolidación

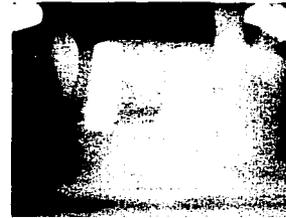


Fig. 72 Ortopantomografía posterior a la colocación de los implantes

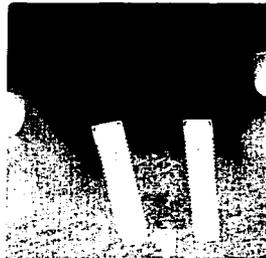


Fig. 73 Radiografía periapical a las 6 semanas

6.3 PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO DE RETIRO DEL DISTRACTOR ALVEOLAR Y COLOCACIÓN DE IMPLANTES

6.3.1 INSTRUMENTAL

- Juego de 1x3
- Jeringa para anestésico tipo Carpule
- Mango de bisturí No. 3
- Hoja de bisturí No. 15
- Elevador de periostio Molton
- Elevador de periostio Prichard
- Separador de carrillos Minessota
- Pinzas de Adson sin dientes
- Pinzas de campo
- Pinzas hemostáticas curvas
- Desarmador
- Cureta de Lucas
- Riñón
- Cánula para aspiración
- Trampa para hueso para el eyector quirúrgico

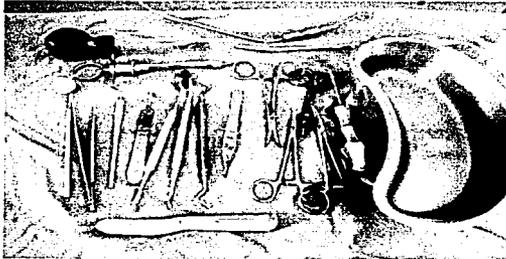


Fig. 74 Charola de instrumental quirúrgico

- Motor para implantes
- Jeringas para irrigar
- Pinza porta aguja
- Tijeras para cortar sutura
- Sutura Goretex 4 ceros
- Sutura seda 3 ceros
- 2 implantes Osseotite de la casa 3I "Microminiplant" de 18mm.
- Kit quirúrgico para la colocación de implantes
- Secuencia de fresado: fresa de bola, fresa cilíndrica de giro de 2mm. (7-20mm), fresa piloto, fresa cilíndrica de giro de 3mm. (7-20mm).

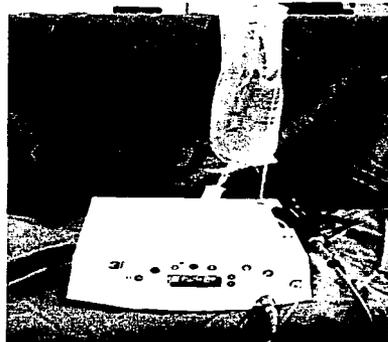


Fig. 75 Motor quirúrgico para implantes

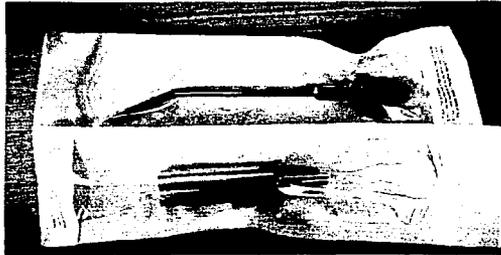


Fig. 76 Cánula de aspiración

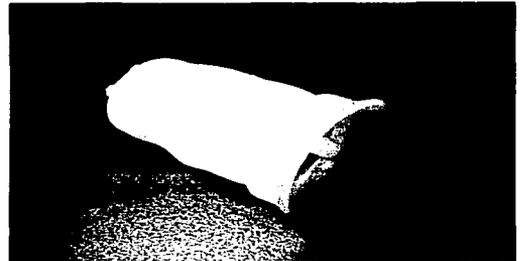


Fig. 77 Trampa para hueso



Fig. 78 Kit quirúrgico para la colocación de implantes

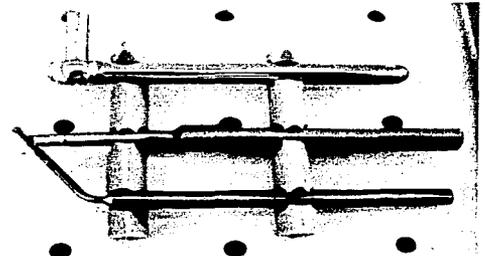


Fig. 79 Matraca, llave de sujeción de la cabeza del implante y sonda

6.3.2 DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA

Se realizó asepsia y antisepsia tanto de la zona peribucal como de la cavidad oral mediante Gluconato de Clorhexidina al 0.12%.

La paciente fue anestesiada con lidocina y epinefrina al 2% en una solución de 1:100,000 mediante infiltración bilateral del nervio dentario inferior con refuerzo en la zona del nervio mentoniano de manera bilateral. Así mismo se realizó infiltración submucosa y perimuscular de la zona anterior con la finalidad de obtener un efecto anestésico profundo y hemostático.

Posteriormente se procedió a realizar una incisión horizontal en la porción más apical de la zona hacia el fondo de vestíbulo, se elevó el colgajo de espesor total de

tal manera que permitiera visualizar perfectamente el aparato distractor y el reborde alveolar. Una vez logrado el acceso se midió la cantidad de hueso neoformado tomando como referencia el tornillo que había sido colocado en la porción apical al distractor alveolar, y la porción más coronal del reborde alveolar; enseguida se procedió al retiro del aparato con la ayuda del desarmador eliminando los tornillos que sujetaban al distractor.



Fig. 60 Vista previa al retiro del distractor alveolar



Fig. 61 Vista postretiro del distractor alveolar

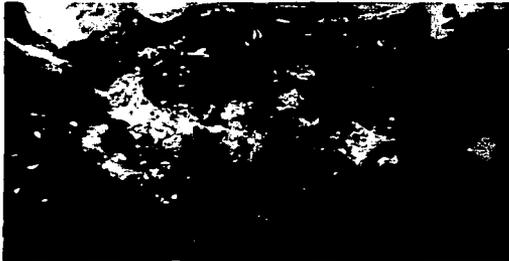


Fig. 62 Acercamiento



Fig. 63 Vista oclusal

A partir de este momento se inició la colocación de los implantes, siguiendo la secuencia del fresado indicada, observando que la calidad del hueso sobre la que iban a ser colocados se encontraba en condiciones favorables. La secuencia para la colocación de los implantes se describe y se ilustra enseguida



Fig. 84 Fresa de bola

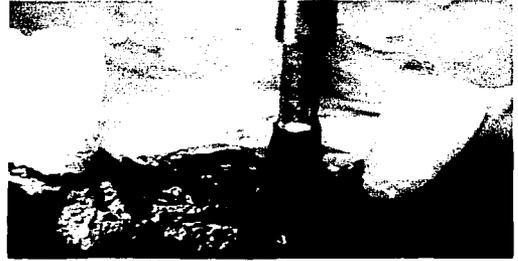


Fig. 85 Fresa cilíndrica de 3mm

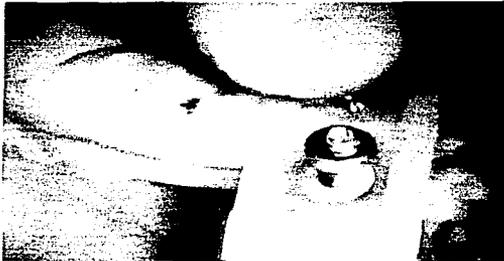


Fig. 86 Toma del implante con montura para microminiplant

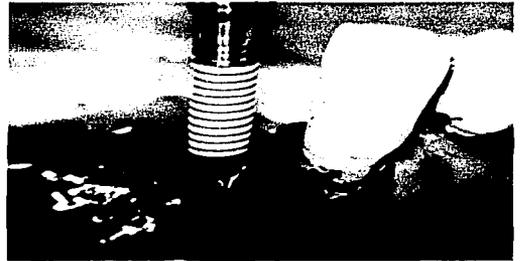


Fig. 87 Presentación del implante



Fig. 88 Posicionamiento del implante con ayuda de la matraca



Fig. 89 Retiro de la cabeza de sujeción del implante



Fig. 90 Implantes posicionados



Fig. 91 Implantes sin tornillo de cicatrización



Fig. 92 Tornillos de cicatrización posicionados

Durante el fresado de los implantes, el hueso era recolectado con la ayuda de una trampa para hueso colocado en el eyector quirúrgico, de tal forma que se colocó coágulo óseo sobre los implantes para eliminar los defectos marginales a los implantes



Fig. 93 Obtención del coágulo óseo



Fig. 94 Colocación del injerto de coágulo óseo



Fig. 95 Acercamiento por oclusal

Por último se procedió a desplazar el colgajo coronalmente para lograr afrontar los tejidos, de manera que los implantes quedaran perfectamente cubiertos, y así poder suturar, para lo cual se utilizó sutura Goretex de 4 ceros y Seda 3 ceros, el tipo de sutura utilizado fue colchonero vertical. Posteriormente se realizó hemostasia por presión durante 5 minutos y se le dieron a la paciente las siguientes indicaciones: antibióticoterapia que consistió en Amoxicilina de 750 mg 1c/12 horas, analgésico antiinflamatorio: Ibuprofeno de 800 mg 1c/8hrs, enjuagues de Gluconato de Clorhexidina al 0.12% 2 veces al día, durante 7 días. Y se le dio cita para revisión y retiro de suturas a los 8 días.



Fig. 96 Se desinsertó tejido blando para cubrir perfectamente los implantes



Fig. 97 Sutura mediante colchonero vertical



Fig. 98 Acercamiento por vestibular



Fig. 99 Acercamiento por oclusal

A los 8 días se le retiraron los puntos de sutura, observándose un adecuado proceso de cicatrización, se indicó a la paciente que siguiera con los colutorios de Clorhexidina por 7 días más.



Fig. 100 Revisión a los 8 días



Fig. 101 Retiro de sutura

A las tres semanas se detecto que se habían expuesto parte los tornillos de cicatrización, lo cual es un hallazgo común durante la fase I de los implantes; por lo que a la paciente se le instruyó en realizar aplicaciones tópicas de Gluconato de Clorhexidina al 0.12% y mantenerla en observación.



Fig. 102 Revisión a las 3 semanas



Fig. 103 Revisión a las 6 semanas

6.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados fueron principalmente observados a través de las radiografías de seguimiento tomadas en las distintas etapas del tratamiento, así como la valoración clínica durante el segundo procedimiento quirúrgico

Como se mencionó en la descripción del procedimiento quirúrgico para la colocación del distractor, se colocó un tornillo de referencia con la finalidad de tener un punto fijo a partir del cual se lograra obtener una medición milimétrica en las

ortopantomografías. El procedimiento para la obtención de las medidas radiográficas es el siguiente:

A partir de la zona mas radiolúcida del tornillo de referencia, que corresponde al centro del mismo, hacia la porción más coronal del reborde alveolar, se obtuvieron 3 mediciones significativas de a cuerdo a las diferentes etapas del periodo de distracción, así como una última que corresponde a la colocación de los implantes. Estas medidas se describen e ilustran enseguida:

- 1.- En la radiografía postoperatoria a la colocación del aparato distractor la medición fue de 22mm.
- 2.- En la radiografía a los 5 días del periodo de distracción la medición fue de 25mm.
- 3.- En la radiografía a los 10 días del periodo de distracción la medición fue de 28mm.
- 4.- En la radiografía postoperatoria al retiro del aparato distractor y la colocación de los implantes la medición fue de 29mm. Este incremento se debe a la colocación del injerto de coágulo óseo.

Teóricamente la longitud final radiográfica debió ser de 30mm, sin embargo el milímetro faltante se considera perdido, por el desplazamiento lingual que tuvo el segmento durante el proceso de distracción. De tal forma que la longitud en sentido vertical se vió alterada debido al cambio del vector hacia lingual



Fig. 104 Radiografía inicial



Fig. 105 Radiografía postoperatoria (22mm)

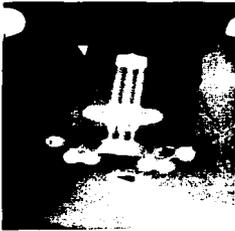


Fig. 104 Radiografía a la mitad del periodo de distracción 5 días (25mm)

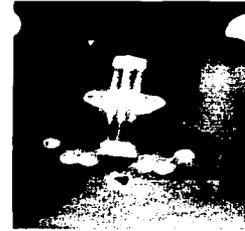


Fig. 107 Radiografía al final del periodo de distracción. 10 días (28mm)

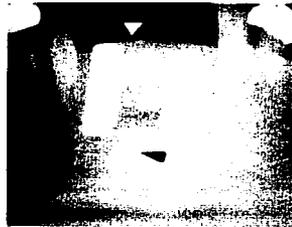


Fig. 108 Radiografía posterior a la colocación de implantes (29mm)

Ahora bien, con respecto a la valoración clínica, ésta fue realizada en el momento de la cirugía de retiro del distractor constatando que en efecto el reborde alveolar se había incrementado en longitud en sentido ápico coronal, teniendo una longitud final de 22 mm. Para obtener esta medición se tomó en cuenta, de igual forma, el tornillo de referencia en su porción central hacia la porción más coronal del proceso alveolar. La diferencia que existe con respecto a la radiografía se debe al 25% de distorsión presente en la ortopantomografía.

Por otro lado se verificó, mediante una sonda periodontal, la dureza del tejido óseo neoformado en el espacio de distracción, comprobando que no existía diferencia alguna con el hueso circundante.

Las medidas en sentido vestibulo lingual eran de 6 a 5 mm de izquierda a derecha como consecuencia del desplazamiento del segmento óseo hacia la izquierda.

6.5 COMENTARIOS

Resulta importante la capacidad de regeneración ósea que puede obtenerse mediante el procedimiento de distracción osteogénica, dado que además de dicha regeneración de tejido duro también se observa la capacidad de los tejidos blandos para su adaptación.

Los cambios observados en la paciente fueron del todo satisfactorios tanto para nosotros los clínicos como para la paciente misma, ya que se cumplían sus expectativas de rehabilitación protésica fija, además de notar que le resultaba más fácil maquillar sus labios, en especial el inferior.

Es importante también hacer notar el periodo de tiempo para observar clínicamente resultados; en este caso después de 10 semanas, se obtuvo una ganancia ósea de 10mm, que comparado con otros procedimientos periodontales resulta ser un periodo corto.

Desafortunadamente esta técnica no puede ser aplicada en espacios reducidos y mucho menos en defectos periodontales limitados a uno o dos dientes, esto es debido a que no existen en el mercado distractores pequeños así como el instrumental para la colocación de los mismos.

Actualmente uno de los procedimientos que con mayor frecuencia realizan los cirujanos maxilofaciales y ya algunos periodoncistas, es la distracción alveolar para la colocación de implantes con un alto índice de éxito, esto debido a que en el mercado existen diferentes aparatos distractores para brechas de 3 dientes o incluso la totalidad de la arcada.

Por otro lado, si bien es cierto que este procedimiento puede realizarse en la mayoría de los pacientes, de acuerdo a la experiencia en este caso, creemos que se debe realizar en aquellos pacientes cooperadores, que lleven a cabo todas las indicaciones que el clínico da para tener el éxito esperado. En esta paciente los resultados fueron los esperados y no existieron complicaciones severas como alteraciones neurosensoriales, mismas que descartamos al momento de realizar pruebas en la zona del mentón mediante ligeras punciones con un objeto romo.

Sin embargo, durante el periodo de consolidación si existió una desviación del segmento óseo debido a un descuido por parte de la paciente en su alimentación; pero cuando se realizó la cirugía de retiro del aparato, se observó que el hueso había sido remodelado y que no existía la necesidad de realizar ningún tipo de plastia

CONCLUSIONES

96

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El proceso de distracción osteogénica resulta ser muy interesante: en primer lugar, el hecho de lograr crecimiento tanto de tejidos duros como blandos en una misma intención ya es una ventaja; obtener una cantidad importante de hueso neoformado en un periodo de tiempo también determinado, nos da la capacidad de elegir la mejor manera de atender a nuestros pacientes.

Actualmente el proceso de Distracción alveolar es llevado a cabo en su mayoría por cirujanos maxilofaciales y algunos periodoncistas, aunque no muchos, han decidido incursionar en esta área. Creemos que es importante conocer todas las alternativas de tratamiento con las que podemos contar para así poder dar las opciones terapéuticas a nuestros pacientes, sin dejar de conocer las ventajas y desventajas de cada uno de los procedimientos. Por tal motivo después de una documentación, lo mas completa posible, de las bases de la distracción osteogénica, fue que se realizó el tratamiento a nuestra paciente obteniendo las siguientes impresiones:

El procedimiento se llevó a cabo en un solo sitio quirúrgico, puesto que no se requirió de la toma de ningún injerto

Tanto el hueso basal como el segmento óseo conservaron su vitalidad.

Los tejidos blandos no presentaron cambios que sugirieran algún estado de enfermedad, sino que por el contrario lograron una adaptación a las condiciones de estiramiento a las que fueron sometidos.

Los dientes adyacentes a la zona quirúrgica no sufrieron alguna alteración en apariencia clínica y radiográfica.

A los diez días del periodo de distracción, se había formado 10mm. de hueso en el espacio inter segmentario, logrando con ello un incremento en la altura del reborde alveolar de 22 mm. clínicamente y de 29 mm. radiográficamente

Los cambios observados en la paciente fueron satisfactorios, tanto para nosotros los clínicos como para ella misma, ya que se cumplían sus expectativas de rehabilitación protésica fija, además de notar que le resultaba más fácil maquillar sus labios, en especial el inferior.

Sin embargo de las complicaciones mencionadas en el capítulo correspondiente, la única que se presentó en nuestra paciente fue la desviación axial del segmento óseo como consecuencia de un descuido en su alimentación. Cuando

se realizó la cirugía de retiro del aparato, se observó que el hueso había sido auto remodelado y que no existía la necesidad de realizar ningún tipo de plastia.

Si bien es cierto que el procedimiento de distracción osteogénica ofrece muchas ventajas, no es el propósito de este trabajo el recomendar su uso en todas las situaciones de procesos alveolares atróficos y en especial no en todos los pacientes. A pesar de que no existe ninguna contraindicación debido a la edad o sexo del paciente, de acuerdo a nuestras observaciones creemos que se debe realizar en aquellos pacientes cooperadores, que lleven a cabo todas las indicaciones que el clínico da para tener el éxito esperado.

Así mismo consideramos que este tema es por demás interesante y amplio, por lo que creemos que no todo está dicho al respecto. En el área de la periodoncia, el simple hecho de poder lograr un crecimiento óseo en aquellos defectos considerables suena bastante interesante; sin embargo, en la actualidad una de las desventajas de este procedimiento es que no existen los diseños de aparatos distractores para ser utilizados en espacios reducidos.

Otra anotación que creemos interesante mencionar, es el procedimiento quirúrgico, el cual requiere de un entrenamiento especial debido a que tanto la técnica como el armamentario tienen características específicas; esto debido a que el cirujano maxilofacial es quien ha realizado estos procedimientos con mas frecuencia que el periodoncista, lo cual no implica que éste no pueda en un momento dado llevar a cabo con éxito dicho procedimiento.

Por otro lado el paciente tiene que ser sometido a 2 procedimientos quirúrgicos: uno para la colocación del aditamento distractor y otro para su retiro. En el caso de colocación de implantes se realiza una tercera intervención quirúrgica que se refiere a la reapertura de los mismos para su posterior rehabilitación protésica.

Para finalizar, nosotras consideramos a la Distracción osteogénica una excelente alternativa de tratamiento para el aumento de reborde alveolar, pero solo en aquellos pacientes donde encontremos las indicaciones precisas y que comprendan perfectamente en que consistirá todo el procedimiento. Es importante señalar que el periodo de tiempo para obtener tejido neoformado en comparación con otros tratamientos periodontales es menor, aunque la combinación de ambos puede llevarnos a mejorar con éxito nuestros tratamientos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Anderson HC. Mechanism of mineral formation in bone. Lab Invest 1989; 60:320
- 2.- Aronson J. The histology of distraction osteogenesis using different external fixators. Clin Orthop. 1989; 231: 106.
- 3.- Aronson J. Good B. Preliminary studies of mineralization during distraction osteogenesis. Clin Orthop. 1990; 250: 43.
- 4.- Birch JG, Samchukov. Focal hipoplasia of distraction regenerate bone. Nature and treatment. 40. 1996, ASAMI-NA
- 5.- Block MS, Crawford C, et al. Mandibular alveolar ridge augmentation in the dog using Distraction Osteogenesis. J. Oral Maxillofacial Surg. 1996; 54: 309-314.
- 6.- Block MS, Almerico B. Bone response to functioning implants in dog mandibular alveolar ridges augmented with distraction osteogenesis. Int J Oral Maxillofacial Implants. 1998; 13: 342-351.
- 7.- Curie JD. Some effects of again in human haversian systems. J Anat 1964; 98:69
- 8.- Chin M, Toth BA. Distraction Osteogenesis in Maxillofacial Surgery using internal devices: Review of five cases. J Oral Maxillofacial Surg. 1996; 54: 45-53.
- 9.- Descalzi- Cancedda F, Gentili C, et al. Hypertrophic condrocytes undergo further diferentation in culture. J Cell Biol 1992; 107: 427-435.
- 10.- Dahl MT, Güllü B, Berg T. Complications of limb leghtening by the illizarov technique. Clin Orthop 250:81. 1990
- 11.- Daniel Buser, DDS, et al. Guided bone regeneration in Implant dentistry. Quintessence Publishing. 1994.
- 12.- Delloye C, Delefortrie G, Coutlier L, Vincent A. Bone regenerate formation in cortical bone during distraction lengthening: An experimental study. Clin Ortop 1989; 250: 34
- 13.- Firas E. Katabi. The efect of Guided Bone Regeneration on Distraction Osteogenesis of the mandible. J. Oral and Maxillofacial Surg. 2000; 58: 33. Supl. 1
- 14.- Frost HM. Bone remodeling dynamics. Springfield, IL: Charles C Thomas, 1963
- 15.- Frost HM. Bone dynamics in osteoporosis. IL: Charles C Thomas 1966

- 16.- Giacomo Urbani, Giorgio Lombardo. Distraction osteogenesis to achieve mandibular vertical bone regeneration: A case report. Int. Periodontics Restorative Dent. 1999; 19: 321-331.
- 17.- Glat PM, Staffenberg DA. Multidimensional distraction osteogenesis: the canine zygoma. Plast Reconstr Surg. 1994; 94: 753-758.
- 18.- HM. The biology of fracture healing: an overview for clinicians. Part I. Clinical Orthop 1989; 238: 283
- 19.- Hulth A. Current concepts of fracture healing. Clin Orthop. 1989; 239: 265.
- 20.- Ilizarov GA. The tension- stress effect on the genesis and growth of tissues. I: The influence of stability of fixation and soft tissue preservation. Clin Orthop 1989; 238: 239-281.
- 21.- Irianov YM: Peculiarities of angiogenesis in distraction regenerates. Genji. Orthop. 1996; 1: 14.
- 22.- Jensen, Ole T. Distraction Osteogenesis and its use in dental implants. Dental Implantology Update. Vol 10, No. 5. Mayo 1999.
- 23.- Kenji W H. Orthodontic applications of osseointegrated implants. Quintessence. Co. 2000
- 24.- Kewitt GF, Van Sckels JE. Long term effect of mandibular midline distraction osteogenesis on the status of temporomandibular joint, teeth, periodontal structures, and neurosensory fuction. J.Oral Maxillofac Surg 57:663,1997.
- 25.- Kojimoto H, Yasui N, Goto T, et al. Bone lengthening in rabbits by callus distraction: the role of periostium. J Bone Joint Surgery. Br 1988; 70-B: 543-549.
- 26.- Karaharju Suvano, Ranta R. Mandibular distraction. J. Craniomaxillofacial Surgery. 1990; 18: 280- 283.
- 27.- Kallio TJ, Vahkonen MV. Early bone matrix formation during distraction; a biochemical study in sheep. Acta Ortop. Escandinava. 1994; 65: 467.
- 28.- Landry PS, Marino AA. Bone injury response. An animal model for testing theories of regulation. Clin Orthop. 1996; 332: 260.

- 29.- Martin Chin, DDS. Reconstruction of the alveolus using Distraction Osteogenesis. J Oral and Maxillofacial Surg. 1998; 56, No. 7: 13-14
- 30.- Mikhall L. Samchukov, et al. Craniofacial distraction osteogénesis. Ed. Mosby. USA, 2001
- 31.- Mundy GR. Inflammatory mediators and destruction of bone. J periodont Res 1991;26:213
- 32.- Mc Carthy JG. The role of distraction osteogenesis in the reconstruction of the mandible in unilateral craniofacial microsomia. Clin. Plastic Surg. 1994; 21: 625.
- 33.- Nishimura T, Jinbo M, et al. Study on ridge augmentation by callus distraction. Jpn J Oral Maxillofacial Surg. 1992; 38: 1357-1363.
- 34.- Oda T, Sawaki Y, et al. Alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using titanium implants: An experimental study. Int J Oral Maxillofacial Surg. 1999; 28: 231-236.
- 35.- Oda T, Sawaki Y, et al. Experimental alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using a simple device that permits secondary implant placement. Int. J Oral Maxillofacial Implants. 2000; 23: 95-102.
- 36.- Oda T, Sawaki Y. Segmental mandible reconstruction by distraction osteogenesis under skin flaps. Int. J Oral Maxillofacial Surg. 1998; 27: 9.
- 37.- Palumbo C, Palazzini S, Zaffe D, Marotti D. Osteocyte differentiation in the tibia of newborn rabbits; An ultrastructurac sutdy of the formation proceses. Acta Anat 1990;137:350
- 38.- Paley D. Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the illizarov technique. Clin Orthop 250:81 1990
- 39.- Pediatric Plastic & Craneofacial Associates. www.ppsca.com
- 40.-Price P. Parthemore. New biochemical marker for bone metabolism. J Clin Invest 1980;66: 878
- 41.- Postacchini F, Gomina S. Early fracture callus in the diaphysis of human long bones. Clin Orthop. 1995; 310: 218.

- 42.- Snyder CC, Levine GA, et al. Mandibular lengthening by gradual distraction. Plastic Reconstr Surg. 1953; 5: 506
- 43.- Samuel E. Linch, Et al. Tissue engineering. Applications in maxillofacial surgery and periodontics. Quintessence Publishing. 1999
- 44.- Shearer JR, Roach Hi, Parsons SW. Histology of a lengthened human tibia. J. Bone joint Surg, 1992; 74B: 39.
- 45.-Schenk RK. Biology of fracture repair. Skeletal trauma. Philadelphia: Saunders,1992:31-75
- 46.- Urist MR, Silberman BF, Buring K, Dubuc FL, Rosenberg JM. The bone inducing principle. Clin Orthop Rel Res 1967; 53: 243
- 47.- Windhager R, Tsuboyama T. Effect of bone cylinder length on distraction osteogenesis in the rabbit tibia. J Orthop Res. 1995; 13: 620.
- 48.- Wozney JM. Role of the BMP family of proteins in osteoinduction. American society for bone and mineral research. Workshop 1990; 17-27
- 49.- Cohen S, Edward. Atlas of cosmetic and reconstructive surgery. 2da. Ed. Lea & Febiger. USA. 1994
- 50.- Delbaso M, Angelo. Maxillofacial imaging. W.B. Saunders Co. Philadelphia 1990

**INDICE DE
ILUSTRACIONES**

104

TRIS CON
PA. DE ORIGEN

Fig. 1 Reducción de una fractura por fijación externa mediante el aditamento de Hipócrates. ³⁰ 11

Fig. 2 Aparato de fijación externa de Malgaigne. ³⁰..... 11

Fig. 3 Aditamento de Codivilla para el alargamiento de extremidades inferiores. ³⁰..... 12

Fig. 4 Aparato de fijación externa de Gabriel Ilizarov. ³⁰..... 13

Fig. 5 Aditamento de distracción mandibular de Rosenthal. ³⁰..... 15

Fig. 6 Distractor extraoral. Kazanjian. ³⁰..... 15

Fig. 7 Técnica de distracción de acuerdo a Kole para corrección de mordida abierta. ³⁰..... 16

Fig. 8 Técnica de distracción mandibular. 16

Fig. 9 Aditamento de distracción externa de Zinder. ³⁰..... 17

Fig. 10 Aditamento para distracción mandibular de Michieli y Miotti. ³⁰..... 18

Fig. 11 Clasificación de los aditamentos de distracción cráneo facial. ³⁰..... 19

Fig. 12 Proceso de cicatrización normal de una fractura ³⁰..... 32

Fig. 13 Radiografía y esquemas de la tibia de una cabra que demuestran la cascada de eventos durante el estado inflamatorio. 33

Fig. 14 Radiografía y esquema de latencia y formación de callo suave 33

Fig. 15 Radiografía de una tibia de cabra donde se aprecian los diferentes estados durante la cicatrización normal de una fractura ³⁰..... 35

Fig. 16 Radiografía de la tibia de una cabra en donde se aprecian tres zonas estructurales de regeneración durante la distracción. 36

Fig. 17 Radiografía y esquema de la tibia de una cabra donde se demuestra el espacio de regeneración durante la distracción en el periodo de consolidación. 37

Fig. 18 Dibujos esquemáticos de la tibia de una cabra que demuestran la estructura del proceso de regeneración en la distracción durante el periodo de remodelado. 38

Fig. 19 Radiografía y esquema de la tibia de una cabra 38

Fig. 20 Mecanismo de adaptación del músculo al proceso de distracción, mediante regeneración de la ruptura de las fibras musculares. ³⁰ 41

Fig. 21 Esquema de la estructura de una neurona 42

Fig. 22 Fotografías intra orales que demuestran 10mm de distracción interdental mandibular. 44

Fig. 23 Periodo de distracción. 46

Fig. 24 Dos semanas de consolidación. 47

Fig. 25 Cuatro semanas de consolidación. 47

Fig. 26 Ocho semanas de consolidación. 48

Fig. 27 Adaptación del ligamento periodontal al movimiento dental. ³⁰ 51

Fig. 28 Cambios posicionales y esqueléticos durante la distracción a hueso. 53

Fig. 29 Cambios posicionales y esqueléticos durante la distracción a hueso. 54

Fig. 30 Distractor alveolar intra oral TRACK KLS Martin ³⁰..... 60

Fig. 31 Distracción alveolar vertical en paciente edéntulo mediante el distractor TRACK KLS Martin ³⁰..... 60

Fig. 32 Radiografías de la tibia de una cabra con Pseudoartrosis durante alargamiento experimental por medio de distracción. 64

Fig. 33 Radiografías de la tibia de una cabra donde se demuestra regeneración hipertrófica...65

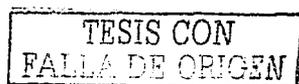


Fig. 34	Radiografías de un alargamiento femoral que demuestran fractura posterior a la remoción del aparato.....	66
Fig. 35	Reborde alveolar atrófico como consecuencia de enfermedad periodontal.....	71
Fig. 36	Vista oclusal.....	71
Fig. 37	Serie radiográfica.....	72
Fig. 38	Distractor alveolar.....	73
Fig. 39	Charola de instrumental.....	74
Fig. 40	Sierras oscilantes.....	74
Fig. 41	Fresas quirúrgicas y driles.....	74
Fig. 42	Tornillos de 8 mm. para fijación.....	74
Fig. 43	Motor quirúrgico para implantes.....	75
Fig. 44	Radiografía inicial.....	76
Fig. 45	Representación de las dimensiones de los cortes a realizar.....	76
Fig. 46	Fotografía inicial.....	77
Fig. 47	Incisión horizontal por planos en la parte interna del labio inferior.....	77
Fig. 48	Levantamiento del colgajo de espesor total.....	78
Fig. 49	Con una fresa de bola quirúrgica de baja velocidad se realiza la corticostomía.....	78
Fig. 50	Con una sierra oscilante se realizan los cortes sagitales.....	78
Fig. 51	Finalmente con el cincel se lleva a cabo la separación total del segmento óseo.....	78
Fig. 52	Adaptación del distractor alveolar.....	78
Fig. 53	Colocación y fijación del distractor alveolar.....	78
Fig. 54	Fresado para la colocación del tornillo de referencia.....	79
Fig. 55	Medición inicial de referencia.....	79
Fig. 56	Tunelización del tejido blando sobre la porción emergente del aparato distractor.....	79
Fig. 57	Sutura por planos mediante puntos aislados.....	79
Fig. 58	Sutura de la mucosa.....	79
Fig. 59	Llave de activación.....	80
Fig. 60	Posicionamiento de la llave de activación.....	80
Fig. 61	Activación del aparato distractor.....	80
Fig. 62	A los 5 días del periodo de distracción. Vista por vestibular.....	81
Fig. 63	Vista oclusal.....	81
Fig. 64	Al final del periodo de distracción. Vista por vestibular.....	82
Fig. 65	Vista oclusal.....	82
Fig. 66	Radiografía oclusal, se aprecia la desviación del segmento óseo.....	82
Fig. 67	Radiografía oclusal preoperatorio.....	83
Fig. 68	Ortopantomografía postoperatoria.....	83
Fig. 69	Ortopantomografía a la mitad del periodo de distracción (5 días).....	84
Fig. 70	Ortopantomografía al final del periodo de distracción (10 días).....	84
Fig. 71	Ortopantomografía a las 10 semanas del periodo de consolidación.....	84
Fig. 72	Ortopantomografía posterior a la colocación de los implantes.....	84
Fig. 73	Radiografía periapical a las 6 semanas.....	84
Fig. 74	Charola de instrumental quirúrgico.....	85

Fig. 75 Motor quirúrgico para implantes	85
Fig. 76 Cánula de aspiración.....	86
Fig. 77 Trampa para hueso	86
Fig. 78 Kit quirúrgico para la colocación de implantes	86
Fig. 79 Matraca, llave de sujeción de la cabeza del implante y sonda	86
Fig. 80 Vista previa al retiro del distractor alveolar	87
Fig. 81 Vista postretiro del distractor alveolar.....	87
Fig. 82 Acercamiento.....	87
Fig. 83 Vista oclusal.....	87
Fig. 84 Fresa de bola.....	88
Fig. 85 Fresa cilíndrica de 3mm	88
Fig. 86 Toma del implante con montura para microminiplant	88
Fig. 87 Presentación del implante	88
Fig. 88 Posicionamiento del implante con ayuda de la matraca.....	88
Fig. 89 Retiro de la cabeza de sujeción del implante	88
Fig. 90 Implantes posicionados	89
Fig. 91 Implantes sin tornillo de cicatrización	89
Fig. 92 Tornillos de cicatrización posicionados.....	89
Fig. 93 Obtención del coágulo óseo	90
Fig. 94 Colocación del injerto de coágulo óseo.....	90
Fig. 95 Acercamiento por oclusal.....	90
Fig. 96 Se desinsertó tejido blando para cubrir perfectamente los implantes.....	91
Fig. 97 Sutura mediante colchonero vertical	91
Fig. 98 Acercamiento por vestibular.....	91
Fig. 99 Acercamiento por oclusal.....	91
Fig. 100 Revisión a los 8 días.....	92
Fig. 101 Retiro de sutura.....	92
Fig. 102 Revisión a las 3 semanas.....	92
Fig. 103 Revisión a las 6 semanas.....	92
Fig. 104 Radiografía inicial	93
Fig. 105 Radiografía postoperatoria (22mm)	93
Fig. 106 Radiografía a la mitad del periodo de distracción 5 días (25mm)	94
Fig. 107 Radiografía al final del periodo de distracción: 10 días (28mm)	94
Fig. 108 Radiografía posterior a la colocación de implantes (29mm).....	94

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN