



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**MECANISMO MOLECULARES: EN LA DISTRACCIÓN
OSTEOGÉNICA ALVEOLAR.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

CLAUDIA GARCÍA PÉREZ

TUTORA: MTRA. ROCÍO GLORIA FERNÁNDEZ LÓPEZ

ASESOR: C.D. GABRIEL LORANCA FRAGOSO

MÉXICO, D. F.

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Todo ser humano tiene deseos de triunfo y de progreso, pero somos pocos los que tenemos la oportunidad de alcanzar grandes logros, además de que no siempre se cuenta con la maravillosa oportunidad de que otras personas contribuyan bondadosamente con un granito de apoyo para cumplir dicho sueño.

Hoy gracias al amor, esfuerzo, apoyo y comprensión de mis padres Rocío y Leoncio, a mis hermanos Eduardo y Carlos, así como a mis abuelitos, tíos y primos, puedo cumplir un sueño que me forjé desde niña y que ahora visualizo más a fondo. Gracias a ustedes he podido cumplir mi desarrollo profesional y soy feliz por saber que siempre estarán a mi lado. Los quiero mucho!!

Gracias a todos mis profesores de la Facultad de Odontología de la UNAM que enriquecieron cada día mi aprendizaje y que han estado a la vanguardia de mi educación, en particular al C.D. Dante Sergio Díaz Suárez que siguió mi trayectoria profesional, brindándome su confianza y apoyo. He logrado ser una mejor persona por seguir su ejemplo y contar con su amistad "GRACIAS".

Agradezco a mi tutora la Mtra. Rocío Gloria Fernández López y a mi asesor el C.D. Gabriel Loranca Fragosos ya que me brindaron tiempo y esfuerzo para la realización de éste trabajo. A todos los doctores del seminario que nos aportaron sus conocimientos.

A todos mis amigos y compañeros que juntos superamos todos los triunfos y derrotas que se presentaron durante éstos 5 años de licenciatura, que nunca me dejaron si su apoyo, gracias por su confianza y estar siempre conmigo. Con especial cariño a Dalia Pineda Alcantar, Anel Patiño Heredia, Ma. del Rosario Juárez Sandoval, así como a mis cómplices del seminario César Daniel Marín Lázaro e Iván Uriel Colín Vértiz por demostrarme su confianza, cariño y compartir conocimientos y cada una de las experiencias que vivimos juntos.

Desde mi estancia en las aulas de la Universidad Nacional Autónoma de México en el CCH Oriente soñé con ser Cirujano Dentista, el día de hoy se hace realidad este sueño lo que me compromete a seguir preparándome profesionalmente y estoy muy orgullosa de pertenecer a esta grandiosa universidad.

¡¡Muchas Gracias!!



¡¡Hecho en CU!!

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO 1	
DEFINICIÓN DE DISTRACCIÓN OSTEOGÉNICA	7
CAPÍTULO 2	
ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA DISTRACCIÓN OSTEOGÉNICA.	9
CAPÍTULO 3	
HISTOGÉNESIS	12
3.1 OSTEOTOMÍA	13
3.2 PERIODO DE LATENCIA	14
3.3 PERIODO DE DISTRACCIÓN	15
3.4 PERIODO DE CONSOLIDACIÓN	18
3.5 REMODELACIÓN	21
CAPÍTULO 4	
MECANISMOS MOLECULARES	23
4.1 Células óseas	24
4.1.1 Osteoblasto	26
4.1.2 Osteocito	27
4.1.3 Osteoclasto	28
4.2 Matriz orgánica	29
4.3 Fase mineral	34
4.4 Regeneración ósea.	34

CAPÍTULO 5	
TIPOS DE DISTRACTORES	36
5.1 EXTRAORALES	37
5.2 INTRAORALES	38
CAPÍTULO 6	
OSTEOGÉNESIS ALVEOLAR	41
6.1 Intramembranosa	41
6.2 Endocondral	42
CAPÍTULO 7	
TÉCNICA QUIRÚRGICA	46
7.1 Indicaciones	47
7.2 Contraindicaciones	48
7.3 Consideraciones generales	49
7.4 Consideraciones pre-quirúrgicas	50
7.5 Técnica quirúrgica	52
7.5.1 Incisión y separación	52
7.5.2 Osteotomía y aplicación del distractor	53
7.5.3 Sutura	56
7.5.4 Activación del distractor	56
7.5.5 Remoción del distractor	57
7.6 Complicaciones	58
CONCLUSIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

INTRODUCCIÓN

La insuficiencia ósea de los huesos maxilares representa una situación clínica más exigente para las reconstrucciones con prótesis implanto-soportadas. Las principales causas de la pérdida ósea alveolar es debida por enfermedad periodontal, trauma, procesos patológicos y deformidades congénitas. La disminución del reborde alveolar en la dirección apico-coronal impide la colocación de implantes de longitud suficiente y resulta una relación corona – implante poco favorable.

Actualmente existen técnicas, como la inserción de implantes pterigoideos, la elevación del seno maxilar y la transposición del nervio alveolar inferior que permite la colocación de implantes largos pero que no reducen la dimensión vertical de la corona. Otras técnicas son injertos de aposición en reborde alveolar, regeneración ósea guiada (ROG) y distracción ósea (DO) que permiten la colocación de implantes más largos y coronas más cortas.

Teniendo que la ROG tiene sus limitantes como la imposibilidad de conseguir estabilidad primaria en el momento de la colocación del implante, la posibilidad de infección de la superficie del mismo así como la necesidad de un periodo de curación más largo ya que al no mantener el espacio, se requiere mayor periodo de espera aproximadamente entre 6 y 12 meses, durante el cual se prohíbe el uso de prótesis provisionales.

Los injertos de aposición se reabsorben fisiológicamente por un mecanismo de remodelación por la contracción de los tejidos blandos adyacentes al injerto.

A nivel mandibular, en especial, también podría eliminar técnicas como la

transportación del nervio alveolar inferior, gravada por un porcentaje relativo de parestesias.

Aunque inicialmente DO fue utilizada en la cirugía ortopédica para la elongación de las extremidades en caso de malformaciones, como el enanismo. Posteriormente, fue aplicada al campo maxilofacial, con el objeto de lograr la corrección de graves malformaciones como el síndrome de apnea del sueño obstructiva, la microsomía hemifacial y las hipoplasias maxilares graves, en especial en pacientes en crecimiento, con distractores tanto extraorales como intraorales.

Recientemente, fue aplicada como metodología de cirugía preimplantar, para la creación de un volumen adecuado para los casos de reabsorción vertical relevante.

Por lo que la distracción osteogénica es una técnica que se basa en la separación gradual de dos fragmentos de hueso perfectamente vascularizados, entre los que se forma un callo de distracción que progresivamente se transforma en hueso maduro, gracias a la participación de los mecanismos moleculares, que son sometidos a fuerzas traccionales dando como resultado una proliferación de las células osteoprogenitoras y síntesis de los componentes de la matriz extracelular, el estrés mecánico estimula y mantiene el proceso de aumento óseo, también activa la histogénesis en los tejidos blandos como la piel, fascia, vasos sanguíneos, nervios, músculo, ligamento, cartílago y periostio. Probablemente por mantenimiento de la proliferación de los osteoblastos y células osteoprogenitoras, éste procedimiento podría sustituir el uso de injertos y regeneración ósea guiada para favorecer las relaciones esqueléticas de los rebordes alveolares.

CAPÍTULO 1

DEFINICIÓN DE DISTRACCIÓN OSTEOGÉNICA

La distracción osteogénica se define como la neo-formación de hueso, contiguo de tejidos blandos, después de un gradual y controlado desplazamiento de un fragmento de hueso obtenido por una osteotomía.

Es decir la distracción osteogénica es la producción de nuevos tejidos blandos y óseos por la aplicación lenta y progresiva de fuerzas, después de una fractura quirúrgica. Posteriormente en el área de la deficiencia, se coloca un dispositivo que producirá la separación de los segmentos. El espacio creado es inicialmente relleno con fibras de colágeno, organizadas paralelas al vector de fuerza de distracción, que durante el periodo de consolidación da lugar a la osificación de la matriz ósea y su remodelación. Dando como producto la neoformación de tejidos con características idénticas en arquitectura y composición histológica a los tejidos originales.¹

Podemos decir que es un proceso biológico de neo-formación entre las superficies de los segmentos de hueso, los cuales son gradualmente separados por el incremento de la tracción. Este proceso inicia cuando las fuerzas de tracción se aplican sobre el callo que conecta los segmentos de hueso seccionado y continúa durante todo el tiempo en que éstos tejidos son estirados. La tracción origina tensión que estimula la nueva formación ósea paralela al vector de tracción.²

Aunque podemos encontrar varias definiciones que la describen como la capacidad de inducir el callo en el hueso mediante una osteotomía y el alargamiento de los segmentos proximales y distales que a este proceso se le conoce como callotaxis (taxis viene del latín- estiramiento). Dado este alargamiento prolongado progresivo y gradual no interrumpe el suministro vascular, se llevan a cabo dos procesos celulares, la osteogénesis (formación del callo y generación de hueso nuevo) y la histogénesis (alargamiento del tejido blando-mucoperióstico, nervios y vasos).³(Fig. 1)

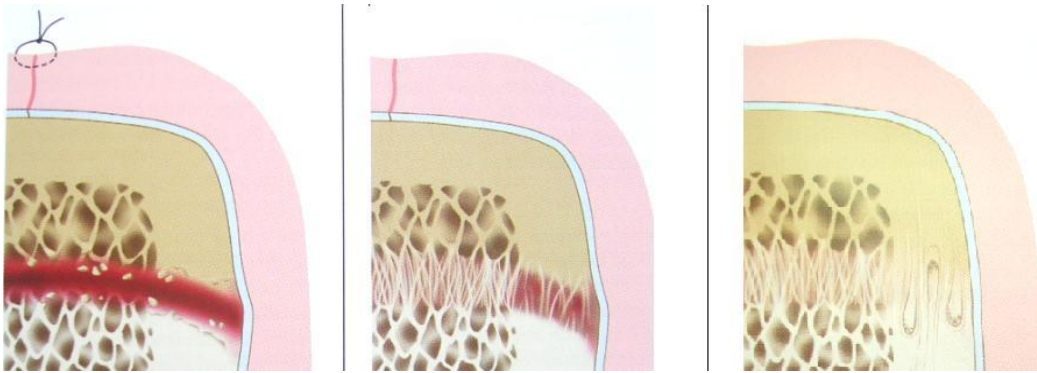


Fig. 1 A. Formación de hematoma en la zona de seccionamiento óseo, organización del coágulo y deposición de fibrillas de colágeno a lo largo del vector de distracción. B. Aposición de matriz osteoide por parte de los osteoblastos a lo largo de las fibras de colágeno. C. Representación esquemática de la maduración del tejido neogenerado. Fuente URL disponible en: Chiapasco ME, Rehabilitación implantosoportada en casos complejos, ed. Amolca, Venezuela, 2006

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA DISTRACCIÓN OSTEOGÉNICA

La distracción ósea es una técnica utilizada para la regeneración ósea sin la necesidad de un injerto y tiene sus principios fundamentados en la capacidad intrínseca de los tejidos vivos de crecer cuando están sometidos a una tensión provocada por una tracción lenta y continua.¹

En 1859, Wescott fue el primero en reportar la aplicación de fuerzas mecánicas en los huesos del maxilar. Utilizando dos abrazadores dobles separados por una barra telescópica en un paciente femenino de 15 años de edad que presentaba mordida cruzada. Sin embargo, la expansión de todo el procedimiento es lento, tedioso y duró varios meses.

Un año más tarde Angell realizó un procedimiento similar con una rosca diferente conectado a los premolares. La expansión palatina se logró rápidamente en 2 semanas a través de la separación de los huesos maxilares en la sutura mediapalatina.

Goddard en 1893, realiza un protocolo para la expansión palatina, el dispositivo activando dos veces al día durante 3 semanas seguidas de un periodo de estabilización para permitir el depósito de material óseo en el vacío creado.³

En 1904-1905 el pionero A. Codivilla, en Bolonia, Italia describió la primera técnica de distracción para tratar una fractura de fémur mal

consolidada, en la cual se realizó la re-fractura y se colocó un peso colgante en la extremidad, se obtuvo el alargamiento de la pierna.

En el año 1921 Putti, realizó elongaciones femorales mediante la aplicación de fuerzas distractoras a dos clavos colocados a ambos lados de una osteotomía realizada en dicho hueso. Además reconoció que las partes blandas eran el componente crítico en el tratamiento de la osteolongación así que realizó modificaciones en el sistema propuesto por Codivilla donde el nuevo aparato desarrollado libraba el tegumento de cualquier fenómeno resultante de la tracción ejercida.⁴

En 1928 Abbot publicó resultados obtenidos a partir de las modificaciones en los sistemas preexistentes, lo que hizo que la técnica fuese considerada en los Estados Unidos.⁵

En 1950 un ortopedista – traumatólogo el Dr. Gabriel O. Ilizarov de Kurgan, Rusia y col., son reconocidos y asociados con la técnica, por sus estudios histológicos, clínicos en relación al ritmo, intervalos de distracción y respuesta fisiológica de los tejidos en hueso largos bajo distracción osteogénica. Estudiaron los parámetros fisiológicos asociados con la expansión lenta y progresiva del tejido óseo. Al realizar sus estudios experimentados en ratas, observó que al distraer 0.5 mm/día causaba una consolidación prematura del hueso, por lo que al realizarla a 1 mm/día para obtener una mejor osificación prematura, en cambio al distraer 2 mm/día se producía un tejido fibroso teniendo un tejido óseo con poca calidad. Por lo que describe dos tipos de distracción; “Callotasis o Distracción de la fractura callosa” y la “Distracción fisiológica”.^{1,2}

En 1973 Snyder y colaboradores utilizaron un aparato de elongación intraoral, procedimiento en el cual fueron pioneros al demostrar que también en los perros la distracción ósea es eficaz y se logra aumento del cuerpo de la mandíbula y McCarthy en 1992 utilizó un distractor extraoral en pacientes con microsomias hemifaciales.¹

En 1990 Guerrero reportó por primera vez el resultado intraoral mandibular en 11 pacientes que presentaban una deficiencia transversal de 4 a 7 mm.

Para 1996 Block reportó la primera distracción alveolar en perros y en el mismo año Chin y Toth descubrieron la primera distracción alveolar aplicada en defectos alveolares en humanos después de una pérdida dental traumática.³ En el mismo año Chin y Toth reportan el uso clínico de la distracción osteogénica alveolar en el maxilar superior.

Wassmond aplicó la distracción para el adelantamiento del maxilar siguiendo la línea de fractura de Lefort I, y para el año 1998 Alonso lo publica por primera vez.⁴

CAPÍTULO 3

HISTOGÉNESIS

En la técnica de distracción osteogénica existen tres periodos fundamentales para diferenciar biológicamente la formación del tejido óseo. Aunque clínicamente otros autores mencionan cinco periodos. (Fig. 2)

- 1) Osteotomía
- 2) Periodo de Latencia
- 3) Periodo de Distracción
- 4) Periodo de Consolidación
- 5) Remodelación⁶

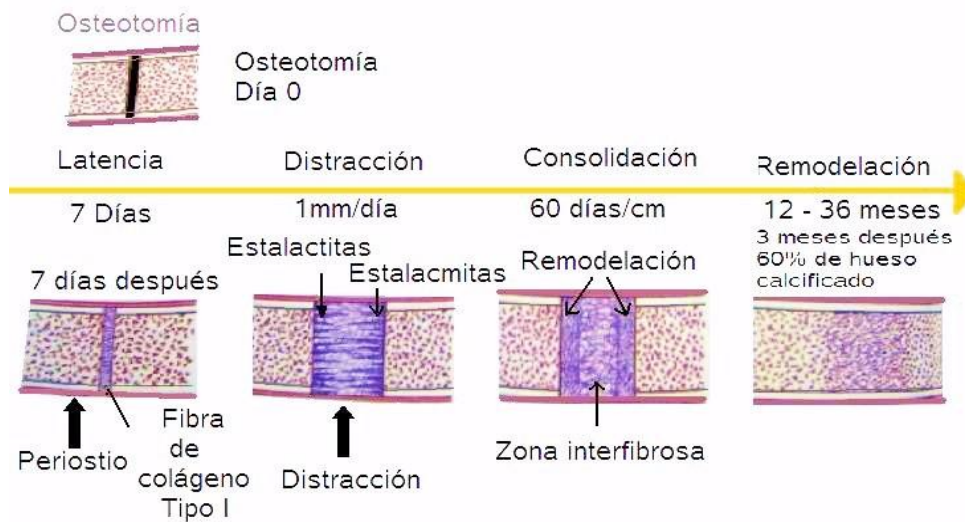


Fig. 2. Olaf, Sandner Montilla, Tratado de cirugía oral y maxilofacial. Introducción básica a la enseñanza, Caracas, Venezuela, editorial. Amolca, 2007. Pp 1047.

3.1 Osteotomía

En la *osteotomía* el hueso se divide en dos segmentos, resultando una pérdida de la continuidad y la integridad mecánica, esto se refiere a una fractura. La discontinuidad del segmento llevará acabo el proceso de reparación (Fig. 3). Este proceso se involucra células osteoprogenitoras, seguido por una modulación celular a osteoinducción. La fractura consiste en seis etapas o fases:

- 1) Impacto
- 2) Inducción
- 3) Inflamación
- 4) Callo suave
- 5) Callo duro
- 6) Remodelado⁶

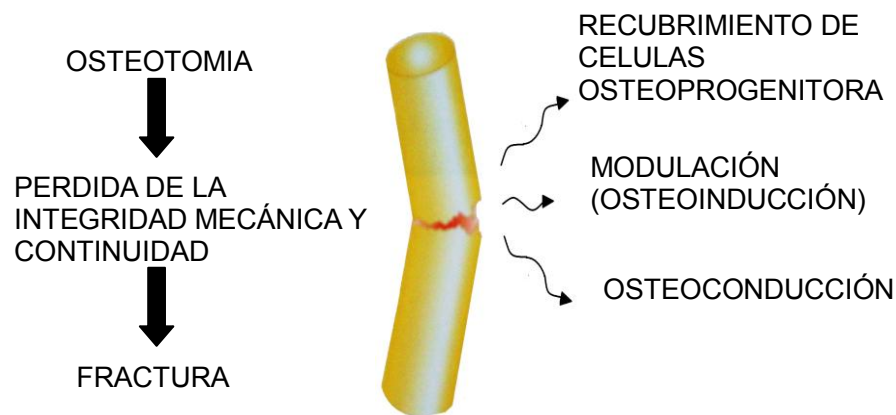


Fig.3 Demostración de una osteotomía, con divisiones del hueso en dos segmentos y el proceso de evolución de la fractura. Fuente URL disponible en: Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, *Craneofacial Distraction Osteogenesis*, USA, editorial Mosby,, 2001 Pp. 22

3.2 Periodo de latencia

Este período es comprendido entre la cirugía, para la realización de la osteotomía o cortocotomía y la instalación del aditamento y el momento en que se inicia la distracción propiamente dicha.⁶

Ocurriendo en la zona de fractura, teniendo un periodo corto para la formación reparativa del callo. Inicialmente hay una ruptura vascular, formando un hematoma alrededor de los segmentos del hueso (Fig. 4), éste se convierte en coágulo, dando como resultado una necrosis ósea en los segmentos lineales de la fractura. Por lo que encontramos un gran crecimiento capilar y una gran proliferación celular.⁶

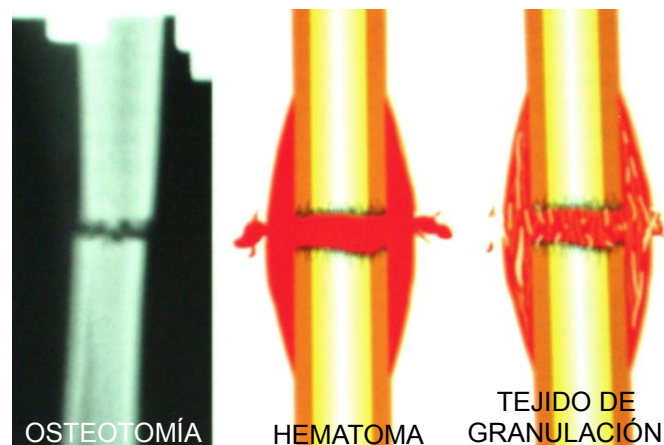


Fig. 4 Radiografía intraoperatoria de un hueso largo y la demostración de la cascada de los eventos durante la etapa de inflamación; observando un incremento de los capilares y proliferación celular, el hematoma divide al hueso en segmentos y es reemplazado por tejido de granulación.

Fuente URL disponible en: Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, *Craneofacial Distraction Osteogenesis*, USA, editorial Mosby,, 2001 Pp. 23

En esta etapa de inflamación tarda de 1 a 3 días, el coágulo es reemplazado por tejido de granulación que consiste de células inflamatorias, fibroblastos, colágena, e invasión de capilares. Dando como un periodo latencia entre 5 y 7 días, ya que hay un crecimiento minicelular de las redes capilares que se forman en el canal medular de ambos segmentos proximal y distal en las áreas adyacentes de la línea de la fractura.⁶

Podemos observar que el tejido de granulación es convertido en tejido fibroso por los fibroblastos, esto ocurre principalmente en la periferia del segmento que en la región central por una osificación endocondral.^{3,5} La formación del callo es la responsable de determinar células progenitoras originando principalmente en el periostio y endostio, aun número de factores activados liberados en la herida del tejido óseo.³

3.3 Periodo de distracción

En este periodo se caracteriza por la aplicación de fuerzas de tracción a los segmentos del hueso osteotomizados llevando a cabo el alargamiento del callo óseo, dando como resultado la formación de nuevo tejido óseo⁶.

Durante la osteodistracción el proceso normal de fractura es interrumpido por la aplicación de tracción gradual del tejido calloso. Por la aplicación de estrés tensional a los tejidos se desarrolla estrechamiento de los mismos, cambios a nivel celular y subcelular. Estos cambios pueden ser caracterizados por un efecto crecimiento-estimulante y un efecto de forma.⁶

El efecto crecimiento - estimulante de tensión activa los elementos biológicos del intersegmento del tejido conectivo. Estos incluyen la prolongación de la angiogenesis con el incremento de la oxigenación de los tejidos y el incremento de la proliferación de fibroblastos con la intensificación de la actividad biosintética.⁶

El efecto de forma de tensión causa una alteración fenotípica expresiva de los fibroblastos. Estos fibroblastos se caracterizan por la aparición de hipertróficas filamentos intermediarios. Orientando a los fibroblastos para secretar colágena paralela al vector de distracción.

Durante la segunda semana de distracción comienza la formación del trabeculado primario (Fig. 5). Los osteoblastos, se encuentran entre las fibras de colágena, dejando tejido osteoide por debajo de éstas y eventualmente comienza el desarrollo de espículas óseas gradualmente a lo largo de la aposición circunferencial del colágeno y del osteoide. Al finalizar esta semana el osteoide comienza a mineralizarse.⁶

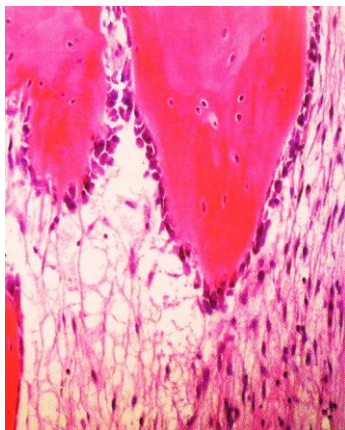


Fig.5. Fotomicrografía demostrando la formación del trabeculado primario, con actividad osteoblástica comenzando una organización de las fibras de colágena (H&E x 80).Fuente URL disponible en: Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, *Craneofacial Distraction Osteogenesis*, USA, editorial Mosby,, 2001 Pp. 25.

En esta etapa se encuentran estructuras específicas, teniendo una organización longitudinal, paralelas de fibras de colágena con abundantes fibroblastos, células mesenquimatosas diferenciadas localizadas en toda la matriz. Las funciones de la interzona en el centro es la proliferación de fibroblastos y formación de tejido fibroso (Fig. 6).⁶

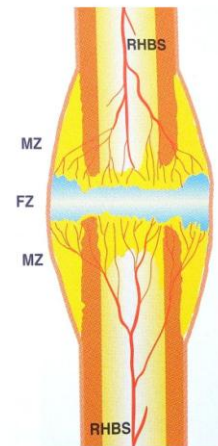
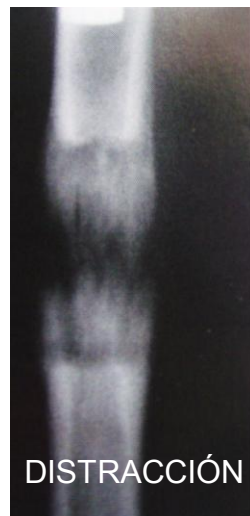
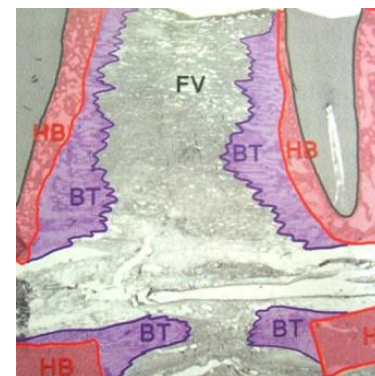


Fig.6 Representación radiográfica y esquemática durante la distracción. Zona interfibrosa, radiolúcida (FZ), zonas radiodensas de la formación del trabeculado primario(MZ), segmentos residuales del hueso (RHBS). Fuente URL disponible en: Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, Craneofacial Distraction Osteogenesis, USA, editorial Mosby, 2001 Pp. 25.

La mezcla de fibras y cartílago dentro de la interzona se cree que durante la distracción, los procesos membranosos y endocondral juegan un papel muy importante en el proceso de la formación ósea. En la periferia encontramos fibras en la interzona, teniendo dos zonas con orientación longitudinalmente cilíndrica del trabeculado primario, cubriendo con una capa de osteoblastos.⁶ (Fig.7)

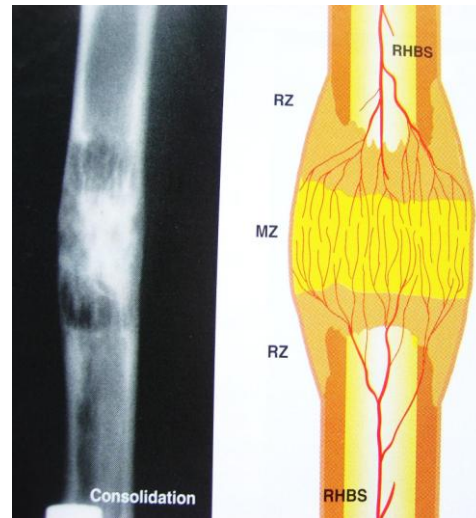
Fig. 7 Distracción alveolar. (FV) La regeneración es ocupada por tejido fibrovascular, (Trabeculado primario), (HB) Formación de hueso residual marginal. Fuente URL disponible en: Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, Craneofacial Distraction Osteogenesis, USA, editorial Mosby, 2001 Pp. 25.



4.4 Periodo de consolidación

En este periodo transcurre desde las fuerzas de tracción ejercidas hasta la remoción del dispositivo. Después del alargamiento, el dispositivo debe permanecer más tiempo para garantizar la inducción de la osificación y la consecuente consolidación de la fractura (Fig. 8).⁶

Fig.8 Radiografía (A), un esquema (B), dos zonas radiolúcidas de remodelado (RZ), segmentos del hueso (RHBS), división de la zona en mineralización (MZ).Fuente URL disponible en: Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, *Craneofacial Distraction Osteogenesis*, USA, editorial Mosby,, 2001 Pp. 26.



Aunque en la distracción la regeneración predomina la osificación de tipo membranoso, observándose islas aisladas de cartílago, indicando una formación ósea endocondral. (Fig. 9).⁶

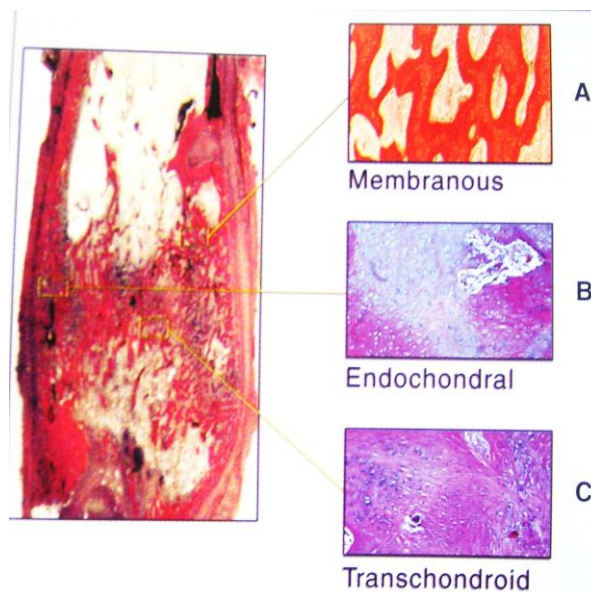


Fig. 9 Fotomicrografía de la regeneración (H&E; x 1),(A) Membranoso(H&E; x 40), (B) Endocondral (H&E; x 40) y (C) transcondral (H&E; x 40), tipos de hueso durante la maduración y el periodo de consolidación.Fuente URL disponible en: Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, *Craneofacial Distraction Osteogenesis*, USA, editorial Mosby,, 2001 Pp. 26.

A dos semanas de consolidación, la histomorfología aparece en las áreas de formación de nuevo tejido óseo dentro de la regeneración varía en términos de tamaño y localización. Otras regiones del tejido trabecular se extiende hacia arriba de la mitad del ancho total de la distracción del hueso marginal, de tal manera que tendremos una interzona fibrosa menor a 2 mm. (Fig. 10).⁶

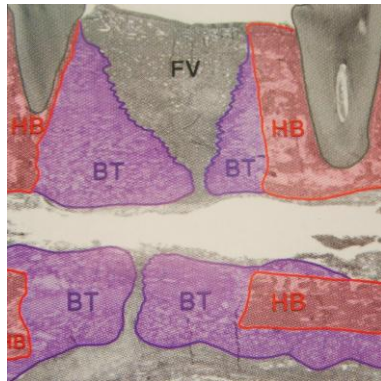
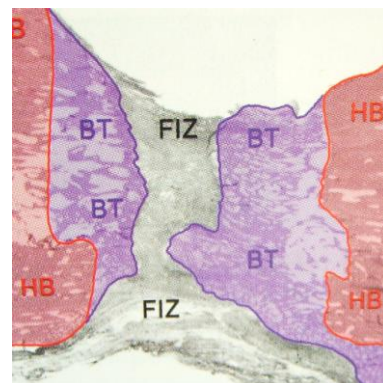


Fig. 10 Dos semanas de consolidación. (FV) Tejido fibrovascular, (BT) áreas de formación de nuevo hueso, (HB) hueso residual en los márgenes.

Fuente URL disponible en: Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, Craneofacial Distraction Osteogenesis, USA, editorial Mosby,, 2001 Pp. 33.

A las cuatro semanas de consolidación se presenta histológicamente dos tipos de regeneración. En el primero se presenta una amplia interzona fibrosa que se limita por una formación ósea que se originó a partir de la formación del margen óseo. El segundo tipo de regeneración se caracteriza por diferentes grados de obliteración en la interzona. (Fig. 11 y 12).⁶

Fig. 11 Cuatro semanas de consolidación (FIZ) Primera zona de regeneración con una zona central localizada de tejido fibroso, (BT) Segunda área de hueso trabeculado, (HB) formación de hueso marginal. Fuente URL disponible en: Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, Craneofacial Distraction Osteogenesis, USA, editorial Mosby,, 2001 Pp. 33.



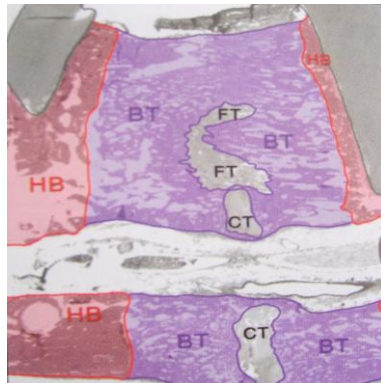
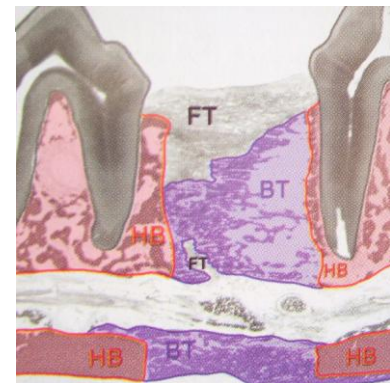


Fig. 12 Cuatro semanas de consolidación (FT) Formación ósea con regeneración caracterizada por una obliteración parcial en la interzona fibrosa, (CT) Cartilago, (HB) Hueso, (BT) hueso trabeculado. Fuente URL disponible en: Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, Craneofacial Distraction Osteogenesis, USA, editorial Mosby,, 2001 Pp. 34.

Durante la sexta semana se presentan dos tipos histomorfológicamente hablando. En la parte superior de la interzona es moderadamente ancho y en su mayor parte fibroso, en la parte inferior de la interzona es casi completamente obliterado por hueso trabeculado.⁶ (Fig. 13).

Fig. 13. (FT) Primera zona la interzona es moderadamente ancha y en su mayor parte fibroso, (BT) en la parte inferior de la interzona es casi completamente obliterado por hueso trabeculado, (HB) Originando tejido óseo. Fuente URL disponible en: Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, Craneofacial Distraction Osteogenesis, USA, editorial Mosby,, 2001 Pp. 35.



La duración de este período es de 6 semanas posterior a la longitud de la distracción necesaria pero depende de la dimensión total de la distracción y de la edad del paciente (6 semanas aproximadamente). El examen radiográfico se puede utilizar como un auxiliar para determinar el tiempo ideal para retirar el aditamento observando entre los segmentos tanto proximal y distal del callo radiopaco y fusionados, que el resultante es gradualmente consolidado y finalmente remodelado (Fig. 14).⁶



Fig. 14 Radiografía del proceso de consolidación. Fuente URL disponible en: Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, *Craneofacial Distraction Osteogenesis*, USA, editorial Mosby,, 2001 Pp. 26.

La regeneración evaluada después del periodo de consolidación en la octava semana demostró un progreso lento de formación ósea, teniendo una completa obliteración en la interzona (Fig. 15).⁶

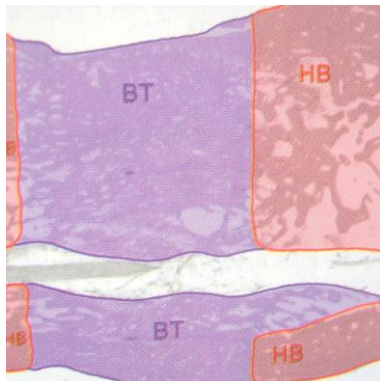


Fig. 15. Regeneración a las 8 semanas de consolidación. (HB)Hueso, (BT) regeneración de hueso trabecular con ausencia de la interzona. Fuente URL disponible en: Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, *Craneofacial Distraction Osteogenesis*, USA, editorial Mosby,, 2001 Pp. 35.

4.5 Remodelación

En la medida que progresa la maduración del tejido óseo neofromado, se verifica una reducción de los osteones primarios que con el tiempo se someten a reabsorción. La matriz osteoide inicial, formada por tejido óseo inmaduro, es progresivamente reforzada por hueso constituido por lamelas dispuestas paralelamente, que llevan a la formación de hueso esponjoso en el interior y hueso cortical en la periferia.⁶

De esta forma, se reconstituye, a nivel de la porción neoformada por la distracción, un esquema estructural del todo similar a la del hueso normal. Por último, se verifica un remodelado progresivo con formación de sistemas haversianos maduros: este proceso de maduración puede durar hasta más de un año.⁷ (Fig.16)



Fig. 16 Histológicamente, esta imagen corresponde con la formación de osteones maduros: nótese la disposición de las lamelas neogeneradas a lo largo del vector de distracción con pequeños márgenes osteoblásticos (en azul) que evidencian la actividad de los osteoblastos en la posición de la matriz ósea. Fuente URL disponible en: Chiapasco ME, Rehabilitación implantosoportada en casos complejos, ed. Amolca, Venezuela, 2006

Durante este periodo inicialmente se forma hueso delgado que es reforzado por fibras paralelas lamelares del hueso. Tanto la cortical ósea como la cavidad medular son restauradas. La remodelación haversiana, representa una etapa después de la reconstrucción cortical, normalizando la estructura ósea. (Fig. 17)⁶

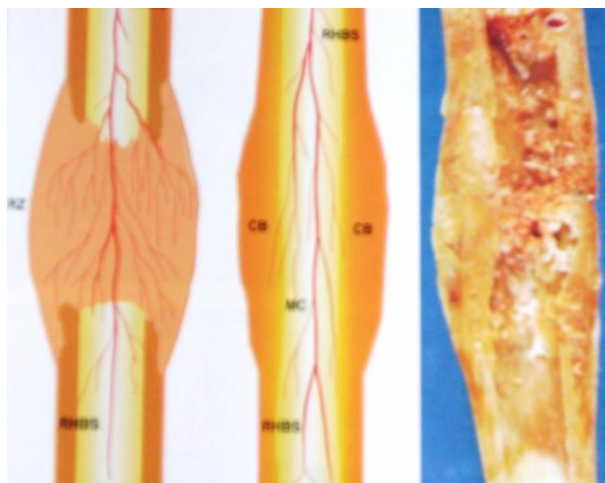


Fig17. Corticalización gradual de la zona en remodelación (RZ), Formación del canal medular (MC), Segmentos del hueso (RHBS), Cortical ósea (CB). Fuente disponible en: : Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, Craneofacial Distraction Osteogenesis. USA, editorial Mosby, 2001 Pp. 27.

CAPÍTULO 4

MECANISMOS MOLECULARES

Después de las fases de distracción, se presenta cierto orden de mecanismos moleculares en la regeneración ósea.

Desde un punto de vista histológico, el hueso es un tejido conjuntivo mineralizado muy vascularizado e innervado, que está estructurado en laminillas de matriz osteoide calcificada. La disposición de estas laminillas es la que determina que el hueso sea cortical o esponjoso. Ambos están constituidos por osteonas. El hueso cortical o compacto se estructura en conductos de Havers recubiertos de laminillas en disposición concéntrica donde se sitúan los osteocitos. El hueso esponjoso o trabecular lo constituyen laminillas óseas en forma de red que delimitan cavidades alveolares en cuyo interior se encuentra médula ósea.⁸ (Fig. 18)

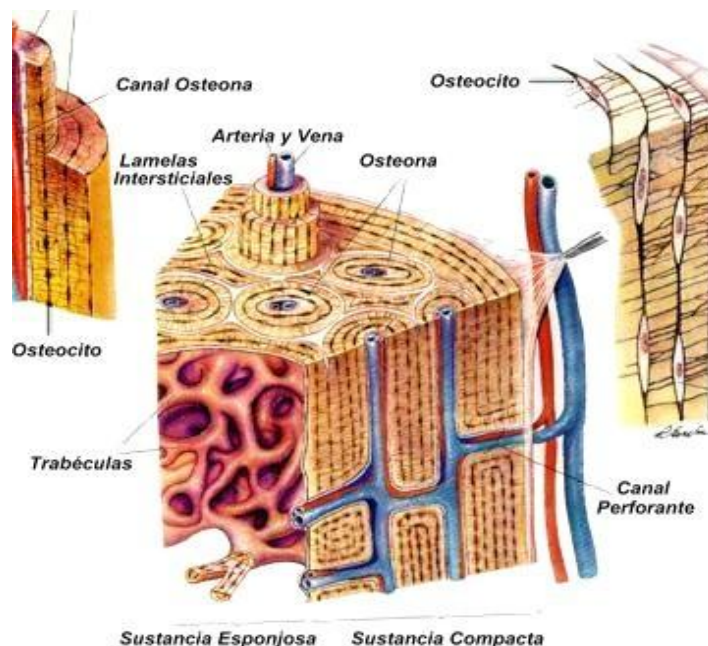


Fig. 18 Estructura del tejido óseo. Fuente URL disponible en: <http://www.quiromasaje.jarcia.net/Atlas/Huesos%20Generalidades.htm>

Tanto el hueso cortical como el esponjoso contienen células especializadas, matriz orgánica y fase mineral.

4.1 Células óseas

En el hueso coexisten varios tipos de células ([Tabla 1](#)). Las células óseas se hallan dentro del propio tejido óseo o en el estroma conjuntivo de la médula ósea, rico en células mesenquimales pluripotenciales indiferenciadas. Desde los trabajos de Friedenstein en 1976 se conoce que estas células pueden dar origen a cinco estirpes celulares distintas: fibroblastos, osteoblastos, condroblastos, adipocitos y mioblastos⁹, en respuesta a diferentes señales moleculares que inician la cascada de activación de diferentes genes.

Tabla 1. Células óseas

Estroma Medular	Tejido Óseo
Células hematopoyéticas	Osteoblastos
Células mesenquimales	Pre – osteoblastos
Adipocitos	Osteocitos
Macrófagos	Osteoclastos
Mastocitos	Pre - osteoclastos
Células endoteliales	Células linfoides

Diferenciación osteoblástica.

A) *Genética y factores de crecimiento*: Actualmente se sabe que la diferenciación hacia la estirpe osteoblástica está controlada por genes pertenecientes a la familia Hedgehog, de los cuales los más conocidos son: *Ihh* (Indian hedgehog) y *Shh* (Sonic hedgehog)^{10,11}. También es esencial el factor de transcripción *Cbfa1* (core-binding factor α -1, también llamado *Runx2*)^{12,13} y las proteínas morfogenéticas óseas (BMPs), que constituyen los reguladores más potentes de la diferenciación osteoblástica desde las células mesenquimales pluripotenciales¹⁰.

B) *Marcadores de diferenciación*: A medida que las células precursoras se van diferenciando expresan en la membrana celular proteínas específicas de su función o marcadores. La expresión de *Cbfa1* es la primera evidencia de la diferenciación osteogénica¹⁰, cuyo máximo nivel se alcanza en los pre-osteoblastos. El colágeno I y la osteopontina (OPN), se expresan de forma temprana en células osteoprogenitoras. Igualmente la fosfatasa alcalina (ALP) es una proteína de superficie que podría participar en la regulación de la proliferación, migración y diferenciación de las células osteoblásticas. La sialoproteína ósea (BSP) y la osteocalcina (OCN), son marcadores de diferenciación del pre-osteoblasto al osteoblasto y aparecen cuando se inicia la mineralización. La expresión de estas proteínas resulta especialmente útil como marcadores osteogénicos en los estadios finales de la diferenciación osteoblástica.

4.1.2 Osteoblasto.

Los osteoblastos son células grandes (20-30 μm), de forma poliédrica, con citoplasma basófilo y con un aparato de Golgi y un retículo endoplásmico rugoso de tamaño importante. Proceden de las células mesenquimales pluripotenciales de la médula ósea, endostio, periostio y pericitos perivasculares¹⁴.

Emiten procesos citoplasmáticos hacia la matriz, que comunican con la red de osteocitos y con osteoblastos vecinos. Los osteoblastos y osteocitos se comunican entre sí por proteínas transmembrana o integrinas, que actúan de enlace entre células o entre una célula y la matriz extracelular, permitiendo el paso de mensajeros como calcio, citoquinas o prostaglandinas. En estas células la conexión intercelular es la Conexina 43¹⁵.

Los osteoblastos sintetizan la matriz orgánica o sustancia osteoide a un ritmo de 2 a 3 μm por día y expresan una enzima característica la fosfatasa alcalina (ALP), que permite la mineralización a un ritmo de 1-2 μm por día.

Actualmente, se sabe que:

1. Sintetizan las proteínas colágenas y no colágenas de la matriz orgánica del hueso.
2. Dirigen la disposición de las fibrillas de la matriz extracelular.

3. Contribuyen a la mineralización de la sustancia osteoide, gracias a la fosfatasa alcalina.

4. Median en la reabsorción llevada a cabo por los osteoclastos a través de la síntesis de citoquinas específicas.

Sintetizan factores de crecimiento.¹⁶

La vida media de los osteoblastos humanos es de 1 a 10 semanas, al término de las cuales pueden desaparecer por mecanismos de apoptosis, transformarse en células limitantes o de revestimiento en osteocitos¹⁷. Ambos tipos celulares representan estadios más avanzados de maduración. Las células limitantes son células elongadas y planas, con un núcleo en forma de huso, sin apenas organelas. Pueden expresar los marcadores osteoblásticos anteriormente citados como sialoproteína ósea, osteopontina, osteonectina, y fosfatasa alcalina así como el receptor de parathormona (PTH). Permanecen a lo largo de la superficie endóstica, constituyendo con el endostio una capa protectora de la superficie ósea, que juega un papel importante en la activación del remodelado óseo.

4.1.2 Osteocito.

Una vez mineralizada la matriz, algunos osteoblastos quedan atrapados dentro, transformándose en osteocitos. Los osteoblastos, osteoclastos y células limitantes se hallan en la superficie ósea, mientras que los osteocitos están en el interior. Los osteocitos son las células más abundantes del hueso (10 veces más que los osteoblastos). Poseen forma estrellada y su cuerpo se sitúa en el interior de lagunas u osteoplasmas y los procesos citoplasmáticos

se comunican entre sí a través de los conductos calcóforos que están llenos de fluido óseo extracelular. De esta forma, los osteocitos se organizan formando un sincitio de células interconectadas que representa una única estructura, con la ventaja de que existe una gran superficie de contacto en el interior y hacia la superficie ósea, para asegurarse oxígeno y nutrientes. Cuando se produce un trauma en el hueso el cese de la circulación sanguínea origina hipoxia y necrosis de los osteocitos que estén a más de 0.1 mm de un capilar intacto.¹⁸

Los osteocitos también participan en la síntesis y mineralización de la matriz osteoide, pero se cree que su función principal es la de controlar el remodelado óseo, detectando las variaciones mecánicas de las cargas, fenómeno denominado mecanotransducción.¹⁹

Los osteocitos constituyen el estadio final desde la línea osteoblástica y son incapaces de renovarse. Poseen los mismos marcadores que los osteoblastos, pero tienen como marcador específico el CD44, receptor de membrana que se expresa fuertemente en osteocitos y es negativo en osteoblastos y células limitantes.

4.1.3 **Osteoclasto.**

Las células encargadas de la reabsorción son los osteoclastos. Se trata de células grandes (100 μm), multinucleadas, ricas en mitocondrias y vacuolas. Los osteoclastos contienen fosfatasa ácida tartrato resistente (TRAP), que permite la desfosforilación de las proteínas, cuya actividad es aprovechada para su identificación, tanto in vivo como in vitro. Además tienen receptores para calcitonina.

Los osteoclastos tienen dos especializaciones en la membrana: un borde en cepillo, que es donde tiene lugar la reabsorción y una zona clara, rica en microfilamentos, con integrinas que sirven de anclaje a la matriz. Para ello, los osteoclastos se movilizan hacia la zona a reabsorber y, seguidamente, se adhieren a la superficie ósea mineralizada por el ribete en cepillo sellando los bordes del área mediante las integrinas.

4.2 Matriz Orgánica

La matriz orgánica o sustancia osteoide representa un tercio del peso óseo. Está formada fundamentalmente por proteínas, entre las que destaca el colágeno (90%). La matriz juega un papel importante en el conjunto del sistema óseo, siendo evidente este hecho cuando aparecen enfermedades del colágeno como la osteogénesis imperfecta. Sin embargo, actualmente debe considerarse a la matriz mineralizada extracelular como algo más que un reservorio de calcio y fósforo, ya que constituye una reserva de proteínas que participan en la regulación de la diferenciación celular y en la integridad y función del tejido óseo.²⁰

A) *El colágeno*: El 90% de la matriz extracelular (MEC) está constituida por colágeno, sobre todo tipo I (95% aproximadamente) y tipo V (5%). También se ha comprobado la presencia en pequeñas proporciones de colágeno tipo III, relacionado con las fibras de Sharpey y tipo XII, formado bajo estrés mecánico.

En la molécula de colágeno se halla la secuencia Arg-Gly-Asp (RGD), que es reconocida por las integrinas de superficie de las células óseas.²¹ Contiene característicamente, los aminoácidos hidroxilisina e hidroxiprolina

siendo, este último, un marcador específico de todos los fenotipos de colágeno y estando sus valores de excreción urinaria en relación directa con la tasa de reabsorción ósea.²²

Las fibras de colágeno se estabilizan mediante puentes de hidrógeno entre aminoácidos y a través de la formación de puentes de piridinolina, entre las hidroxilisinas y lisinas. Sin embargo, el colágeno no tiene gran afinidad por el calcio, por lo que son otras las proteínas implicadas en el depósito mineral.

B) *Proteínas no colágenas*: Entre ellas destacan:

- ✓ *Proteoglicanos*: Constituyen el 10% de las proteínas no colágenas. Son moléculas de gran tamaño. En la matriz osteoide hay cuatro tipos de proteoglicanos: Hialuronano y Condroitín-sulfato: de molécula grande, intervienen en las etapas iniciales de la morfogénesis ósea. Biglicano y decorina: de molécula más pequeña, aparecen en las fases siguientes de la formación ósea.²²

- ✓ *Proteínas con ácido γ -carboxi-glutámico*: Son la osteocalcina (OCN) y la proteína de la matriz con ácido γ -carboxiglutámico. Este ácido es un aminoácido que liga calcio y necesita vitamina K para su síntesis.

La osteocalcina es una pequeña proteína de la matriz sintetizada por los osteoblastos y plaquetas, dependiente de las vitaminas D y K. Representa el 15% de las proteínas no colágenas de la matriz y contiene tres restos de ácido γ -carboxiglutámico. Sus niveles plasmáticos se han considerado como uno de los marcadores bioquímicos de la osteogénesis, relacionándose con

el número y actividad de los osteoblastos.²²

- ✓ *Glicoproteínas*: Son la osteonectina, la fosfatasa alcalina y las proteínas con el tripéptido RGD (Arg-Gly-Asp).

La osteonectina es una glicoproteína con gran afinidad por el colágeno tipo I, por el calcio y por la hidroxiapatita. Representa el 25% de las proteínas no colágenas. Se cree que interviene en la regulación de la adhesión celular entre la matriz y las células. En el hueso es necesaria para la mineralización normal.²²

La fosfatasa alcalina es una enzima que libera fosfato inorgánico a partir de ésteres fosfóricos, necesario para la mineralización. Existen varias isoenzimas y, entre ellas la ósea, se ha considerado un buen marcador de la actividad osteoblástica.²⁰

Proteínas con el tripéptido RGD, también llamadas SIBLINGS (Small Integrin-Binding Ligand, N-linked Glycoprotein) son fundamentalmente cinco: osteopontina, sialoproteínas óseas, fibronectina, trombospondina y vitronectina. Son glicoproteínas fundamentales en los procesos de remodelado y regeneración óseos, con una secuencia Arg-Gly-Asp (RGD) que es reconocida por las integrinas de los osteoblastos y los osteoclastos ($\alpha v \beta 3$, entre otras). También actúan como receptores de superficie de las células óseas permitiendo la adhesión de las células a la matriz extracelular y activando señales.²²

- ✓ *Proteínas procedentes del plasma*: Se encuentran en la matriz orgánica ósea en mayor proporción que en el plasma. Son la albúmina

y la α 2-SH-glicoproteína, probablemente relacionadas con la incorporación del calcio a la matriz osteoide.

- ✓ *Factores de Crecimiento*: Son polipéptidos sintetizados en el propio hueso o procedentes de otros lugares (hígado, plaquetas, etc.), que intervienen en la diferenciación, crecimiento y proliferación de las células de forma autocrina o paracrina ([tabla 2](#)).²³.

Tabla 2. Proteínas de la matriz osteoide

COLÁGENO	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo I, III, V, XII
PROTEOGLICANOS	<ul style="list-style-type: none"> • condroitin sulfato • decorina • biglicano • hialuronano
PROTEÍNAS CON ÁCIDO γ -CARBOXI-GLUTÁMICO	<ul style="list-style-type: none"> • osteocalcina • proteína de la matriz con ácido γ-carboxi-glutámico
GLICOPROTEÍNAS	<ul style="list-style-type: none"> • osteonectina • fosfatasa alcalina • proteínas con RGD: <ul style="list-style-type: none"> - fibronectina - trombospondina - osteopontina - vitronectina - sialoproteínas óseas
PROTEÍNAS DEL PLASMA	<ul style="list-style-type: none"> • ALBÚMINA • α2-SH- glicoproteína
FACTORES DE CRECIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • IGF-I y II (Insulin growth factor I y II) • TGF-β (Transforming growth factor -beta) • PDGF (Platelet derived growth factor)

Fuente disponible en: Schonau E, Rauch F. Markers of bone and collagen metabolism. Problems and perspectives in Pediatrics. Horm Res 1997;48:50-9.

Posteriormente de la elongación inmunohistoquímica se muestra una expresión de transformación del factor de crecimiento β 1 (TGF- β 1) en las fases de latencia, distracción hasta 4 semanas del periodo de consolidación. Estos factores aparecen y tienen la función de promover la angiogénesis y la producción de colágena tipo I.

La osteocalcina incrementa en los 4 días del periodo de latencia, y 4 semanas durante el periodo de consolidación dando una elongación de un 70% de hueso normal. Esta matriz proteica produce una agregación cálcica y produce la mineralización del hueso en el proceso de distracción. Por otro lado, ésta puede ser inhibida por el (TGF- β). En estudios se muestra que la aplicación de tensión reduce los niveles de proteínas osteocálcicas e incrementando los niveles de TGF- β durante los periodos de latencia, distracción y 5 semanas posteriores al periodo de consolidación en comparación con el hueso normal.²³

Lammens observó que inmediatamente en el periodo de distracción incrementa los niveles del factor de crecimiento rico en insulina 1 (IGF-1), comparado con los niveles normales del hueso. Sin embargo en el suero los niveles de este factor comienzan a incrementar al empezar la distracción llevando a una especulación para la acumulación de hueso esto debido al depósito del sistema antes que el incremento local.²

Sato observó que en la fase final de la distracción, la osteocalcina no sólo se presenta en osteoblastos diferenciados sino que además en preosteoblastos y fibroblastos.²

Examinando la osteopontina, osteocalcina y osteonectina no se llegan a observar en tejido normal, pues que comienzan a aparecer a los 7 días en prueba con osteotomía y termina durante el periodo de distracción.²

Las proteínas morfogenéticas de hueso 2, 4 y 7 incrementan durante la fase de distracción con respecto a los niveles durante la fase de latencia, estos decrecen y desaparecen durante la fase de consolidación, cuando las

células mesenquimatosas (MSCs) y preosteoblastos pero no osteoblastos guían la expresión de estas moléculas.²

Las metaloproteinasas y los inhibidores de metaloproteinasas estas enzimas remodelan el hueso reticular dentro del hueso lamelar y que se observa a los 3 meses. Entre los 9 y 12 meses los niveles son similares a los del hueso normal, indicando un periodo de balance entre la aposición y la resorción del hueso remodelado.²

4.3 Fase mineral

Finalmente, el componente mineral del hueso representa el 65% del peso óseo. Está formado por calcio, fosfato y carbonato (en proporciones de 10:6:1) en forma de pequeños cristales de hidroxiapatita $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ y, en menor proporción hay magnesio, sodio, potasio, manganeso y flúor. El plasma se encuentra sobresaturado de calcio y fósforo respecto a la hidroxiapatita, por lo que debe haber sustancias que inhiban la mineralización. Las proteínas con capacidad adhesiva favorecen la mineralización, mientras que los proteoglicanos, magnesio, ATP y pirofosfato la inhiben.

4.4 Regeneración ósea

La regeneración tisular es la respuesta que consigue la restitución y la integración del tejido después de un trauma conserva sus características celulares idénticas, a diferencia de la reparación, donde el tejido que se forma es un tejido cicatricial, con características diferentes al original. En este sentido el hueso es el único tejido del organismo, a excepción del tejido

embrionario, que se restituye totalmente tras una lesión.²⁴ La regeneración ósea origina una respuesta en la que están involucrados los vasos sanguíneos, las células y la matriz extracelular. Desde los estudios de Trueta²⁵ se sabe de la importancia de los vasos sanguíneos en la osteogénesis. Después de un trauma, se produce una respuesta inflamatoria y un hematoma inicial, con hematíes, plaquetas y fibrina. Las células del coágulo liberan interleuquinas y factores de crecimiento, originando la migración de linfocitos, macrófagos, precursores de osteoclastos y células mesenquimales pluripotenciales. Estas señales moleculares promueven la diferenciación hacia células endoteliales, fibroblastos, condroblastos y osteoblastos, dando origen a un nuevo tejido fibrovascular, que reemplazará al coágulo inicial. Todo ello está regido por una serie de complejas interacciones entre factores de crecimiento, hormonas y citoquinas. En este proceso va a ser fundamental el aporte vascular, la síntesis protéica y la mineralización. (Fig. 19)

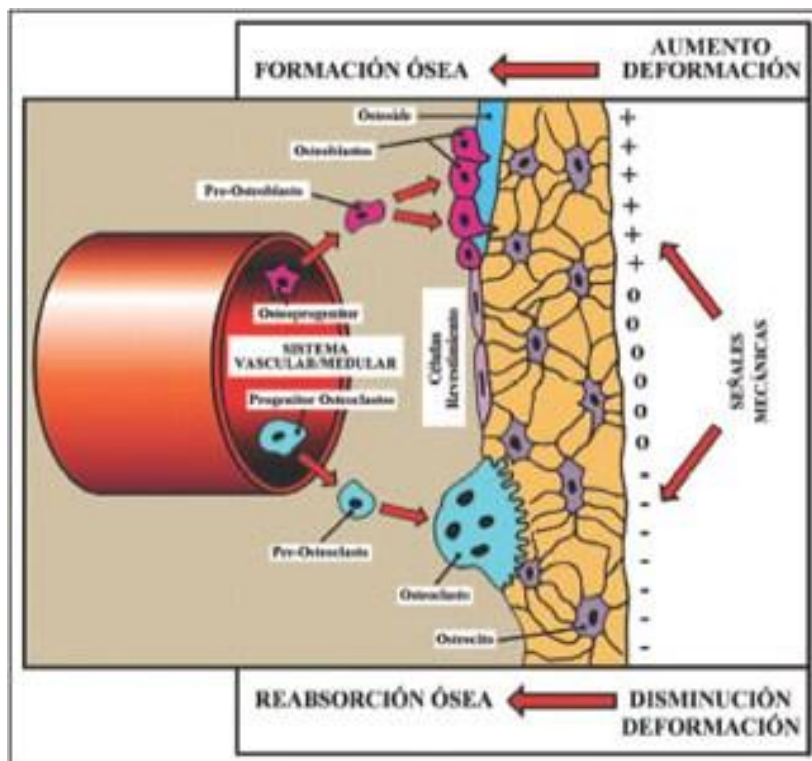


Fig.19 Esquema del acoplamiento en el remodelado óseo según las cargas aplicadas. Fuente disponible en: www.Quiromasaje.jarcia.net/Atlas/Huesos20generalidades.htm.

CAPÍTULO 5

TIPOS DE DISTRACTORES

La distracción osteogénica alveolar es un método que fue basado en los principios descritos por Ilizarov quien tiene el crédito de haber definido y establecido las bases biológicas para el uso clínico de la distracción osteogénica en el manejo de diferentes deformidades a nivel óseo.²⁵

Block aplicó estos principios a nivel experimental, siendo los primeros en publicar estudios sobre el uso de distractores osteogénicos alveolares en animales en 1996. Chin y Tooth y Hidding y col. fueron los primeros en demostrar la aplicación clínica de la distracción osteogénica. Impulsa el distractor intraóseo indicando su utilización tanto para el aumento vertical como horizontal (en anchura o anteroposterior) de la cresta. Las complicaciones que encontró fueron: el incorrecto vector de distracción en la arcada superior, desplazándose el fragmento óseo hacia palatino (por la diferencia de la elasticidad entre la mucosa palatina y la vestibular); y la falta de regeneración ósea en zona distraída.²⁵

Recientemente Ukan y Rachniel describen el uso de la distracción osteogénica alveolar por medio de dispositivos intraoseos en la reconstrucción de rebordes alveolares atróficos. Otros autores describen el aumento del reborde mediante el uso de un implante distractor (Gaggle y Klein).²⁵

Consolo y cols emplean distractores extraóseo observándose histológicamente que a los 40 días después del fin de la distracción aparecía un callo blando, rico en fibras colágenas, fibroblastos y nuevos vasos. Observando algunas trabéculas aisladas y pequeñas con tejido inmaduro

entrelazado (osteocitos globulares).²⁵

A los 60 días se observa un hueso trabecular en su mayoría formado por hueso entrelazado que ocupaba toda la cámara de distracción. Teniendo que con el procedimiento de distracción alveolar el paquete vaculonervioso mandibular puede ser estirado gradualmente, con lo que se dan ligeras alteraciones neurosensoriales reversibles.²⁵

Actualmente existen distintos aparatos de distracción para la aplicación oral y maxilofacial. De tal modo que existen distractores mandibulares, maxilares, mediofaciales, craneales y alveolares. Aunque de manera general se distinguen dos tipos de distractores los intróseos y los extraóseos. También pueden diferenciarse según su función en distractor, distractor – implante o distractor horizontal.

Los aparatos disponibles están clasificados como intraóseos y extraóseos; unidireccionales, bidireccionales o multidireccionales. Hechos de material reabsorbible (estos no requieren de una segunda cirugía para quitarlos) aunque estos no se utilizan por su inestabilidad para la consolidación o hechos de metal (requiere quitar el aparato), siendo estos de titanio; no protésicos (requiere quitar el aparato después de la distracción) o protésicos (permitiendo al aparato permanecer en el lugar como el implante dental que soporta la prótesis).^{26,27}

5.1 *Distractores extraorales*

Los aditamentos extraorales son más rígidos pues contienen mecanismos para prevenir la acción de las fuerzas de torque en el fragmento movilizado. Además, pueden colocarse en áreas menores, ampliando su uso clínico. Aunque puede ser difícil disfrazar la torre de estos aditamentos y el paciente debe aceptar la presencia del aparato en la cavidad bucal.²⁸ (Fig. 20)

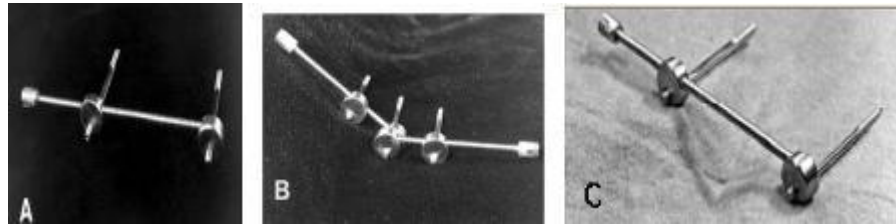


Figura 20 Distractores externos a) y c) unidireccionales, b) bidireccional. Figuras a) y b) Fuente del Campo A., Castro Govea Y., Yudovich Burak M., Canseco Jiménez J. Distracción osteogénica de la mandíbula. Principios e indicaciones. Rev Hosp. Gral. Dr, Manuel Gea González, vol. 3 No. 1, 2000. Figura c) Fuente del Campo A., Nieto González C., Gordon C., Cedillo Ley M. Osteogénesis inducida en la mandíbula mediante el procedimiento de distracción ósea. Anales Médicos Hops, ABC. Vol. 44 No. 1, 1999.

5.2 Distractores intraorales

Los dispositivos intraorales se consideran de elección para la distracción intraoral en aquellas hipoplasias de rama ascendente con defectos inferiores a los 25mm, aunque es posible conseguir elongaciones de hasta 40mm. Estos se instalan dentro del hueso alveolar, pudiendo fijarse por medio de mini-implantes o tornillos. Son menores y de fácil aceptación por el paciente, pero requieren para la fijación, mayor altura y espesor de proceso alveolar.^{29,3} (Fig. 21)



Fig.21. Distractor intraoral alveolar extraóseo. Fuentes URL disponible en: Cícero Dinato J, Daudt Polido W. Implantes oseointegrados. Cirugía y prótesis. Ed. Artes Médicas Latinoamérica, 2003, Pp 399.

Los distractores ya disponibles se pueden clasificar como:

a) YUXTAOSEOS . (Se colocan en cara bucal del maxilar). Son fijados por medio de tornillos monocorticales al disco de transporte y a la cortical externa de la mandíbula o maxilar. Estos tienen las ventajas, de tener mayor estabilidad del disco de transporte en la etapa de distracción y de consolidación ósea. Y desventajas, que su proceso de curación, se realiza por 2ª intención. Algunos ejemplos de estos tipos de distractores, se encuentran los siguientes: (Track System®; KLS/Martin y el Connection Implant System® - SP-Brazil)

b) INTRAOSEOS. Son colocados a través del segmento de transporte en la dirección del vector de distracción. (Track System ® ,Leibinger,Kalamazoo).

Otros autores, suelen clasificarlos en:

- × **INTRALVEOLARES**. Forma cilíndrica. La parte inferior anclada en la base ósea, y la parte Superior anclado al segmento óseo a movilizar, hueca con una rosca interna, la cual separa ambas partes.
- × **EXTRALVEOLARES** . Se instalan en la pared externa de la cresta alveolar, fijados a la cara vestibular del hueso maxilar, con tornillo de miniplaca. Utilizadas en crestas afiladas corticalizadas.
- × **HIBRIDO**.

Actualmente se encuentran disponibles cinco principales categorías de aparatos ROD (Razdolsky osteo-distractor), teniendo principalmente el ROD5

que es empleado para para aumentar la cresta alveolar por distracción, para corregir defectos periodontales, para distracción de dientes anquilosados y en preparación de implantes.

Para la terapia de distracción para la atrofia de la cresta alveolar se desarrollaron los tornillos de distracción Maastricht "MDS" (Fig. 22) y "Mainz" (Fig. 23). Estos distractores se aplican de modo intraóseo. Dando ventajas una exposición mínima del distractor hacia la cavidad bucal, dimensión pequeña, innecesaria la reapertura del periostio de la zona del callo para remover el distractor.



Fig. 22. Tornillos de distracción Maastricht "MDS". Fuente disponible en: <http://www.medicon.de/index.php?id=69206&L=2>

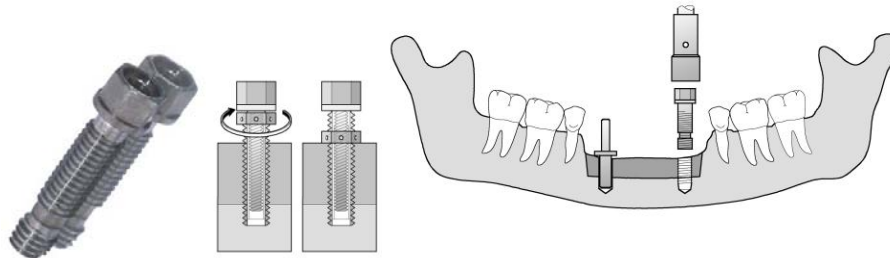


Fig. 23. Tornillos de distracción "Mainz". Fuente disponible en: <http://www.medicon.de/index.php?id=69206&L=2>

El modelo "Verona" también se aplica de manera intraoral en el caso de atrofiaciones de la cresta alveolar. (Fig. 24)



Fig. 24 Distractor intraoral modelo verona.

Fuentes disponible en:

<http://www.medicon.de/index.php?id=69210&L=2>

CAPÍTULO 6

OSTEOGÉNESIS ALVEOLAR

En el crecimiento mandibular son importantes la actividad endocondral y la intramembranosa (perióstica). El cartílago recubre la superficie del cóndilo mandibular de la articulación temporomandibular, y se producen en él procesos de hiperplasia, hipertrofia y sustitución endocondral. Las restantes zonas de la mandíbula se forman y crecen por aposición superficial directa y remodelación.³⁰

La mandíbula tiene dos tipos de osificación osificación, la intramembranosa y la endocondral.

6.1 Intramembranosa

Los centros de osificación se caracterizan por tener abundantes capilares, fibras colágenas y osteoblastos que elaboran sustancia osteoide, que se dispone formando trabéculas que forman una red tridimensional esponjosa. En los espacios entre las trabéculas se forma la médula ósea. Alrededor de las zonas osificadas hay tejido mesenquimatoso que se diferencia en periostio, a partir del cual se originan nuevas trabéculas. En las zonas periféricas del hueso el tejido óseo se dispone como tejido compacto formando las tablas interna y externa. La zona intermedia del tejido óseo es de tipo esponjoso, como es el caso del maxilar y la parte interna de la mandíbula.³⁰

6.2 Endocondral

El molde del cartílago hialino es quien guía a la formación ósea por medio de la remodelación del cartílago, quien previamente tiene numerosos cambios a nivel histológico como: proliferación e hipertrofia celular, calcificación de la matriz cartilaginosa, erosión (invasión celular), formación de tejido osteoide y posteriormente mineralización.³⁰

El tipo de osificación está estrechamente ligado con la futura función del hueso. Así, en las zonas de crecimiento expuestas a tensiones, el mecanismo de osificación es intramembranoso. El hueso tolera mejor la tensión pues crece por aposición. En cambio donde existe presión, la osificación es de tipo endocondral. El cartílago por ser rígido y flexible soporta mejor la presión y el crecimiento es de tipo apocisional e intersticial.³⁰

El examen radiográfico de la zona de distracción ósea en el período de latencia muestra un callo inmaduro en la zona de la corticotomía. Con el inicio de la distracción, el callo óseo aparece separado, en un segmento distal y otro proximal, con una zona de crecimiento radiolúcida interpuesta entre ellos. Este callo mantiene un espesor relativamente constante durante todo el proceso de distracción, sin embargo, terminado este procedimiento, los segmentos proximal y distal del callo se tornan calcificados y fusionados. El callo óseo resultante es gradualmente consolidado y finalmente remodelado.²⁶

Después de la primera semana, el centro de distracción está compuesto de fibroblastos que producen haces de fibras de colágeno, que a su vez se orientan paralelamente a la dirección del vector de las fuerzas de tensión. Los vasos sanguíneos se proyectan principalmente de los bordes de la osteotomía hacia el centro, que se muestra pobremente vascularizado (Fig.

25). En los márgenes del callo óseo, trabéculas delgadas se extienden en el lugar de la cortical que sufrió osteotomía, hacia el interior de la matriz de fibras colágenas que gradualmente se orientan paralelas al vector de tracción.⁵

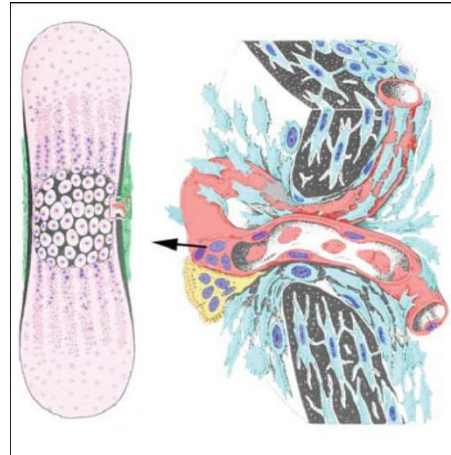


Fig. 25 Entrada del brote vascular y formación del centro de osificación primario. Las células osteoprogenitoras se diferencian a osteoblastos que secretan los componentes de la matriz ósea formando el centro de osificación primario. Fuentes URL disponible en: clon.uab.es/recursos/descargar.asp?clau='0000000990'

La formación de nuevo tejido óseo primario ocurre dos semanas después de iniciada la distracción, siendo concomitante al comienzo del proceso de mineralización (Fig. 26). Pasada la segunda semana, las trabéculas delgadas revelan características de remodelación, tornándose más espesas en la medida que crecen de la periferia hacia la región central del callo. Completadas tres semanas del principio de la distracción, la mineralización se presenta en un estadio más avanzado.⁵

Fig. 26. Formación de trabéculas óseas. Los osteoblastos depositan osteoide y se empieza a formar las trabéculas óseas. Los osteocalstos destruyen la matriz cartilaginosa. Formando una cavidad medular. Fuente URL disponible en: clon.uab.es/recursos/descargar.asp?clau='0000000990'



En el proceso de osteogénesis en la distracción existen 4 zonas que pueden ser identificadas histológicamente: ⁵

a) Zona fibrosa central: constituida por fibras colágenas altamente organizadas y orientadas longitudinalmente y fibroblastos alargados (fibroblastos de distracción), así como células mesenquimales indiferenciadas.

b) Zona de transición o formación de hueso primario: compuesta por fibroblastos y células mesenquimales indiferenciadas, en continuidad directa con osteoblastos en la superficie de las espículas óseas recién formadas; los osteoblastos parecen ser diferenciados por los fibroblastos alargados, localizados entre las fibras colágenas, con orientación longitudinal del eje del vector de la distracción.(Fig. 27)

c) Zona de remodelación: caracterizada por una zona de reabsorción y de aposición ósea; diversamente en la zona anterior, esta posee un mayor número de osteoclastos.

d) Zona de hueso secundario cortical adyacente al hueso maduro que no sufrió el proceso de expansión: las trabéculas óseas en esta última zona son muy espesas y menos orientadas paralelamente, en comparación con las zonas de remodelación.

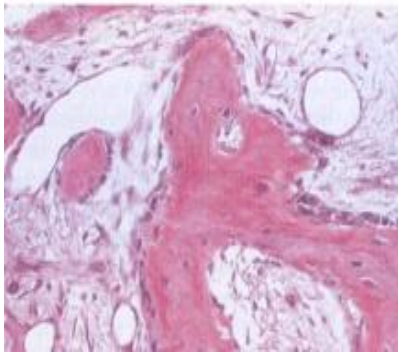


Figura 27. Zona de formación del hueso primario en una etapa más avanzado de remodelación. Hay una gran cantidad de vasos sanguíneos y osteoblastos en la superficie trabecular. Fuente disponible en: Cícero Dinato J, Daudt Polido W. Implantes oseointegrados. Cirugía y prótesis. Ed. Artes Médicas Latinoamérica, 2003

Tanto en la mandíbula como en los huesos largos, pequeños islotes de cartílago pueden encontrarse entre las fibras colágenas organizadas y el tejido óseo. En la cuarta semana, la formación ósea progresa con un aumento del hueso laminar, orientado según la dirección de la tracción; sin embargo, la zona central permanece esencialmente con las mismas características durante todo el proceso de distracción.⁵

Cuatro semanas después del final de la distracción, se nota la completa continuidad entre los dos segmentos óseos y antes de 20 semanas el hueso regenerado está formado y consolidado.⁵ (Fig. 28)

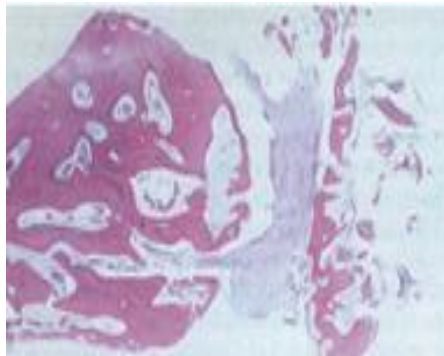


Figura 28. Fotomicrografía de una biopsia de la zona de distracción a 7 semanas después del período de consolidación. Interposición de una zona fibrosa entre los segmentos óseos. Cícero Dinato J, Daudt Polido W. Implantes oseointegrados. Cirugía y prótesis. Ed. Artes Médicas Latinoamérica, 2003.

CAPÍTULO 7

TÉCNICA QUIRÚRGICA

Quirúrgicamente la técnica de distracción osteogénica se caracteriza por:

- a) Se realiza una osteotomía/ corticotomía en el área de hueso deficitaria y se fija a los extremos el dispositivo de distracción.
- b) Se respeta un período inicial de cicatrización (período de latencia) en el que se produce la formación del puente de tejido fibrovascular o callo blando entre los 2 fragmentos.
- c) Los extremos óseos son separados en una cantidad y frecuencia diarias, determinadas (tasa y ritmo de distracción).
- d) Una vez que se ha obtenido el crecimiento deseado de tejido óseo y tejidos blandos, el proceso de distracción se detiene, permitiendo que el tejido osifique, para lo cual hay que mantener la fijación de los fragmentos (período de consolidación).

Ilizarov describió la técnica quirúrgica en las extremidades realizando una corticotomía del hueso, preservando la medular y su aporte vascular. Recomendó un período de latencia de 5 días para permitir la formación del callo blando. Los fragmentos óseos los separaba 1 mm al día en 3 ó 4 activaciones del distractor. El ideal sería que la fuerza de distracción fuese aplicada de forma continua, a lo largo de todo el período de distracción, pero esta posibilidad está aún en fase experimental. Si la tasa de distracción es muy lenta, el tejido regenerado osificará prematuramente y no se podrán separar ya los fragmentos. Si la tasa es demasiado rápida, la calidad del hueso producido es muy pobre. El período de consolidación permite que el tejido regenerado se osifique, con evidencia de una opacidad en las

radiografías, que es el mejor indicador de la finalización de esta técnica.³¹

La gran contribución de *Ilizarov* a esta técnica consiste, tras haber ensayado con multitud de modelos experimentales, en haber determinado las circunstancias bajo las cuales se obtiene el éxito y en el descubrimiento de 2 fenómenos fisiológicos nuevos conocidos como principios de Ilizarov.^{32,28}

1. La tracción gradual crea un estrés que puede estimular o mantener la regeneración de los tejidos vivos.
2. La forma y volumen de huesos y articulaciones depende de una interacción entre la carga mecánica y el aporte sanguíneo.

7.1 Indicaciones

En asimetrías de origen congénito, sindrómico o adquirido que conllevan a una latero desviación mentoniana, mordida cruzada y/o mordida abierta posterior, que se compensa con una desviación del plano oclusal, causando problemas estéticos y funcionales.

En casos de afección de rama y cuerpo mandibular, en donde se aplica la distracción bidireccional, realizando dos corticotomías una entre la rama y el ángulo y otra entre este y el cuerpo.

También puede aplicarse en varias deformidades dentoalveolares congénitas o adquiridas. Las causas más comunes de los defectos alveolares son la avulsión traumática, las resecciones tumorales benignas o malignas asociadas con reconstrucciones de las bases óseas con injertos óseos o colgajos libres revascularizados; la fisura palatina y la enfermedad periodontal. Estas patologías afectan al tejido óseo y a los tejidos blandos. La distracción tiene la capacidad de reconstruir simultáneamente ambos tipos de tejidos.^{32, 38}

En algunos casos, en efecto, la altura del segmento trasplantado, especialmente en las resecciones parciales con presencia de dientes en los segmentos residuales, puede ser insuficiente, desde el punto de vista funcional y estético para una rehabilitación protésica adecuada sobre implantes, cuya altura máxima del segmento óseo transplantedo rara vez supera los 10-15 mm.

Atrofia vertical de las crestas alveolares edéntulas.

Otras opciones terapéuticas para la solución de este tipo de patología son los injertos superpuestos o en *onlay* sobre el reborde alveolar, pero sufren una reabsorción casi total a los 2 años cuando sobre ellos se coloca una prótesis mucosoportada. Si sobre estos injertos se insertan implantes osteointegrados, se mantiene la altura por los estímulos que recibe el hueso.³⁸

Los injertos de interposición o en *inlay* proporcionan una excelente estabilidad de la altura ganada, pero las lesiones del nervio dentario inferior son muy frecuentes. En ambos casos, además, se plantean conflictos con los tejidos blandos, y resultan muy frecuentes las dehiscencias de suturas e infecciones de los injertos.²⁶ La distracción ósea, siempre a la espera de los resultados a largo plazo, representa una técnica muy ventajosa en este sentido.³⁸

La utilización de esta técnica en la patología craneofacial resulta especialmente útil para realizar elongaciones mandibulares, avances de tercios medios faciales (Le Fort III).^{31,39,34}

7.2 Contraindicaciones

En pacientes que se encuentran con enfermedad o bajo tratamiento de tejido óseo, como son el síndrome de Paget, hiperparatiroides,

osteoporosis,), que presenten alguna infección, así como manifestación alérgica al metal o estén comprometidos inmunológicamente.

Ya que el segmento deficitario que debe ser osteotomizado distraído verticalmente requiere de una altura de al menos 3-4 mm (para evitar fracturas del segmento o imposibilidad de estabilizarlo al distractor) y es necesario mantener una base ósea suficiente para crear los dos márgenes de la sección osteotómica (hueso basal y hueso a distraer), debe de haber una distancia de al menos 4-5 mm entre el margen alveolar y las estructuras anatómicas circundantes para evitar su violación a nivel tanto maxilar (seno maxilar, piso de la nariz) como mandibular (nervio alveolar inferior, borde inferior de la mandíbula).³²

Una distancia insuficiente a nivel maxilar expondría al riesgo de penetrar en la sección osteotómica horizontal en la nariz o en el seno. Durante la sección horizontal a nivel de la zona posterior de la mandíbula.

Para las distracciones alveolares verticales no permite la corrección de una eventual deficiencia simultánea del espesor del segmento óseo. En crestas alveolares delgadas ya que el resultado final sería una cresta de altura suficiente para el posicionamiento de los implantes, pero de espesor inadecuado. Aunque puede ser relativo ya que al espesor del hueso basal tiende, por lo general a aumentar en la medida que se aleja del borde alveolar, y se puede hipercorregir el defecto en dirección vertical y remover, posteriormente y una vez finalizada la distracción, al componente más delgado a nivel de la cresta.⁴⁰

7.3 Consideraciones Generales

La preservación del periostio y en lo posible la irrigación sanguínea del endostio es considerada como muy crítica para optimizar el potencial

osteogénico del hueso progenitor. La incisión es horizontal a nivel del surco vestibular, el periostio es elevado en la menor extensión posible, luego el colgajo es parcialmente elevado para facilitar la osteotomía. La irrigación sanguínea colateral proveniente del mucoperiostio lingual o del paladar mantiene la circulación necesaria para la distracción osteogénica e histogénica.⁵

El hueso esponjoso con su médula y demás componentes poseen la mayor potencial osteogénico para la cicatrización. La presencia de márgenes adecuados de hueso contiguo con los dientes adyacentes son necesarios para la inducción de tejido óseo. Si las osteotomías verticales son realizadas cercanas a los dientes adyacentes, el cirujano puede incurrir en el riesgo de exponer la superficie de las raíces con el consecuente retardo de la formación ósea y la formación de problemas periodontales en la zona.⁵

7.4 Consideraciones pre-quirúrgicas.

- Medición del defecto alveolar del tamaño del distractor.

Se requerirá de un diagnóstico tridimensional, impresiones dentales, modelos de estudios y articulados. Una vez obtenido se realiza en el modelo un encerado de predicción con cera rosa del área a ser reconstruida, el hueso será remodelado para cambiar la forma del reborde para obtener una superficie apropiada para su estética y una mejor rehabilitación.⁵

El tamaño del distractor es determinado midiendo el encerado de predicción y el volumen vertical del hueso a ser transportado. Teniendo tres diferentes largos del distractor, de 20 mm, 25 mm o 30 mm.⁵

- *Dirección del vector de la distracción.*

Los patrones de atrofia alveolar en el sector anterior son vertical y antero-posterior. Si el plan es crear un reborde alveolar ideal con resultados cosméticos, el vector deberá ser combinado antero-posterior y vertical.⁵

- *Tamaño del segmento a ser transportado.*

En el plano horizontal se requiere un mínimo de espacio de dos piezas dentarias para realizar la distracción, el diseño de la osteotomía y la cantidad de hueso necesario para la colocación del distractor eliminan la posibilidad de trabajar con segmentos muy pequeños. En el plano vertical se necesitan por lo menos 5 milímetros de hueso para ser transportado. La tendencia a diseñar la osteotomía paralela a las raíces de las piezas dentarias adyacentes es inconveniente para el libre movimiento del segmento; la osteotomía del segmento a ser transportado debe ser extrusiva, siendo divergente desde el hueso basal.

Teniendo precaución con la raíces de los dientes adyacentes, ya que si son dañadas no se promoverá la formación de hueso, por lo contrario sería tejido fibroso sin capacidad osteogénica.⁵

- *Manejo del segmento de más de dos dientes en longitud.*

Se recomienda el uso de dos distractores para tener un mejor control del vector.

- *Posibilidad de cambiar el tamaño y la forma de la corrección después de la cirugía.*

El vector de la distracción es dirigido por la dirección del tornillo distractor, sin embargo, existen algunas situaciones clínicas donde la presencia del

tejido queratinizado de un lado (paladar) y tejido laxo del otro (vestibular) producen interferencias en la activación del distractor, produciendo un movimiento inadecuado del segmento.⁵

- *Dientes provisionales durante la distracción osteogénica.*

Se puede diseñar dientes provisionales que el paciente puede utilizarlos mientras se realiza la distracción y la consolidación. Se puede emplear una férula para la cirugía, con apoyo oclusal que es llenada con acrílico del color adecuado, siendo removible para mantener una higiene bucal adecuada.⁵

7.5 Técnica quirúrgica

La técnica quirúrgica consiste básicamente en movilizar, con la ayuda de un dispositivo mecánico, un segmento óseo del maxilar o la mandíbula, localizado apicalmente a una línea de osteotomía.⁴¹

En la distracción ósea del reborde alveolar se respetan los principios generales de distracción, adaptados al tamaño del fragmento óseo que se va a movilizar, el grado de vascularización de este y la altura que se quiere ganar.

7.5.1 Incisión y separación.

La intervención se inicia con una incisión recta puede hacerse en el vestíbulo o sobre la cresta alveolar. A continuación se realiza un despegamiento subperióstico, para exponer la cortical vestibular y si es necesario, también la lingual, por lo tanto deberá ser más extensa que el área a exponer. Posteriormente, se procede a una separación de todo el espesor del colgajo, pero sólo hacia la porción ósea más basal. Por otra parte, se debe limitar al máximo la separación en la dirección del margen de la cresta. Uno de los aspectos más importantes para lograr el éxito es el mantenimiento de un soporte vascular adecuado al segmento osteotomizado que será distraído.

Una incisión poco adecuada o una separación excesiva pueden provocar un daño isquémico al segmento, con el riesgo de transformarlo en un injerto, por lo que podría ser parcial o totalmente comprometido. La separación debe tratar de mantener lo más íntegra posible al plano perióstico para así favorecer los procesos regenerativos y reparadores locales.⁷

7.5.2 Osteotomía y aplicación del distractor.

Una vez finalizada la separación, con exposición suficiente de la cortical ósea vestibular, se procederá a la osteotomía del segmento vestibular. Esta puede subdividirse en dos fases.⁷

1. Diseño de las líneas osteotómicas y aplicación del distractor.

Esta primera fase permite definir las dimensiones del segmento óseo a distraer y de probar la posición del distractor,, estableciendo así la dirección vertical tanto en sentido vestibulolingual y vestibulopalatino como en sentido mesiodistal del segmento óseo (denominado vector de desplazamiento). Esta fase muy fundamental y difícil de corregir posteriormente, ya que una dirección de distracción equivocada puede llevar a una posición final del segmento óseo distraído incompatible con una inserción adecuada de los implantes. Las modificaciones de dirección pueden lograrse:

- a) Doblando intraoperatoriamente las placas de fijación o realizando un surco mediante el fresado en el hueso basal.
- b) Posteriormente, sobre modelos en material plástico obtenido a partir de elaboraciones de tomografías computarizadas.⁷

El distractor es fijado provisionalmente con algunos tornillos y su posición en los tres planos del espacio controlada, aún en relación a la arcada dentaria antagonista.

La osteotomía consiste en una línea horizontal de al menos 3 mm apicalmente al margen crestal y en dos líneas verticales a los márgenes mesial y distal del segmento a distraer.

Una altura del segmento a distraer de al menos 3 mm es indispensable para poseer un suficiente volumen óseo en el que insertar los tornillos de fijación del distractor, evitando una fractura del segmento intraoperatoriamente o durante la distracción.⁷

2. Finalización de la osteotomía y aplicación definitiva del distractor.

Una vez verificada la posición final del distractor, el mismo es removido y se procede a la finalización de las líneas osteotómicas, que deben ser realizadas en todo su espesor (también debe estar seccionada totalmente la cortical palatina o lingual) para permitir una total movilización del segmento óseo, éstos segmentos que son seccionados deben de estar bajo abundante irrigación con solución fisiológica estéril para impedir sobrecalentamiento y provocar muerte celular del hueso, evitando la formación de tejido fibroso entre los segmentos.⁷(Fig. 29)



Fig. 29 Instalación del tornillo central. Obsérvese el posicionamiento vertical en el sentido del aumento óseo propuesto. Fuente URL disponible en: Cícero DJ, Daudt PW. Implantes oseointegrados. Cirugía y prótesis. Ed. Artes Médicas Latinoamérica, 2003, Pp 400.

Posterior realización la movilidad total del segmento, se procede a la aplicación definitiva del distractor en la posición precedentemente establecida y a su fijación con un número congruente de tornillos . Un número mayor será insertado en el hueso basal para garantizar la estabilidad del distractor mientras que un número más limitado será insertado en el segmento a distraer, también para no provocar un trauma y compresión excesivos que dañen su vascularización.⁷(Fig. 30)



Fig. 30 Inicio de la instalación de las placas de transporte superior y sustentación inferior. Fuente URL disponible en: Cícero DJ, Daudt PW. Implantes oseointegrados. Cirugía y prótesis. Ed. Artes Médicas Latinoamérica, 2003, Pp 400.

La última fase consiste en probar el vector de distracción, activando parcialmente el distractor, para excluir interferencias o direcciones no congruentes. Por lo tanto el segmento óseo es re posicionado en contacto directo con el hueso basal.⁷ (Fig. 31)

Fig. 31 Finalización de la instalación del distractor, con la fijación de las placas de transporte y sustentación con 2 minitornillos de titanio en cada placa. Fuente URL disponible en: Cícero DJ, Daudt PW. Implantes oseointegrados. Cirugía y prótesis. Ed. Artes Médicas Latinoamérica, 2003, Pp 400.



7.5.3 **Sutura**

Se procede a suturar el colgajo de acceso, tratando de obtener un cierre lo más hermético posible alrededor del distractor, que como posteriormente tiene que ser activado, deberá salir de los tejidos blandos. Para reducir el riesgo de infección alrededor de la porción emergente del distractor, lo indicado es aplicar un gel de clorhexidina.⁷

7.5.4 **Activación del distractor**

Una vez suturado el colgajo, se espera una semana para lograr la cicatrización de los tejidos blandos para la formación de fibras de colágeno, para proceder a la activación del distractor, con una elongación de 1 mm al día, subdividido en dos fracciones de 0.5 mm. Este valor ha sido establecido por Ilizarov después de descubrir que una distracción de 0.5 mm exponía al riesgo de consolidación precoz de los segmentos, con dificultad a proseguir en la distracción, requiriendo re-intervenir para fracturar nuevamente; por lo contrario una elongación de 2 mm al día provoca un alto porcentaje de ruptura de las fibras de colágena, promoviendo una formación ósea débil y deficiente (callo fibroso). Una vez lograda la elongación necesaria, el distractor, que en este punto actúa como medio de osteosíntesis, ya que histológicamente a las 8 semanas existe una remodelación activa a través de la regeneración por distracción. El nuevo hueso trabecular formado es muy vascularizado y contacta ambos segmentos de la distracción, mostrando una actividad proliferativa de osteoblastos, dejándolo durante 8-12 semanas, para dar tiempo a la consolidación del neocallo óseo.⁷

La orientación de las trabéculas óseas es paralela a la dirección de la distracción. Todos los espacios son llenados con una red de tejido óseo trabecular denso activamente perforado por nuevos vasos sanguíneos.

El período de latencia oscila según los distintos autores entre 5 y 8 días. La distracción se lleva a cabo separando los fragmentos 1 mm al día. La separación que se obtiene de los fragmentos oscila entre 5 a 9 mm , y no debe superarse esta longitud. El período de consolidación suele ser de 4 a 8 semanas, en dependencia siempre del control radiológico de la zona distraída.^{29,30,31}

Cuando se van a insertar implantes en el reborde en el que se ha realizado la distracción, conviene realizar simultáneamente la retirada del distractor y la inserción de los implantes que se debe llevar a cabo 10 a 16 semanas después de finalizada la fase de activación. Los implantes se pueden cargar a los 3 meses de su inserción.^{41, 45}

7.5.5 Remoción del distractor

Por lo general, dos o tres meses son más que suficientes para lograr una consolidación del callo óseo. La maduración del callo puede ser verificada con una radiografía que permite una evaluación precisa del incremento y longitud logrados. Por lo tanto, se procede a la remoción del distractor, después de su exposición, con la misma incisión realizada durante la primera intervención. Frecuentemente, alrededor del distractor hay un manguito de tejido conjuntivo que está constituido en parte por conjuntivo inflamatorio (en especial alrededor de la porción más coronal y emergente del distractor) y en parte por tejido fibroso que representa el área más periférica de la zona de regeneración ósea. Mientras el manguito más superficial puede ser removido, el tejido blando a nivel de la zona distraída es mejor que no sea removida, ya que es una fuente potencial de osteogénesis.⁷

7.6 Complicaciones

Durante los procedimientos de distracción alveolar se han descrito posibles complicaciones como:

Infección de la cámara de distracción, para prevenirla se requiere tratamiento profiláctico, antibiótico e irrigación local de la zona.⁷

Fracturas del hueso transportado o el basal, en este caso se fijan los fragmentos con miniplacas.⁷

Al realizar una corticotomía completa ofrece mayor estabilidad en los fragmentos, pero tiene el gran inconveniente de tener un gran índice de fracasos por consolidación prematura de la misma. Por ello se recurre a la osteotomía completa.³

Se debe tener cuidado en la identificación del nervio alveolar inferior y en comprobar que ambos fragmentos están en la misma posición que antes de completar la fractura quirúrgica.³

Retraso de consolidación quizá debida a una falta de estabilización, retrasando el tiempo de remoción del distractor.

Un ritmo de distracción acelerado puede sobrepasar la capacidad osteogénica del periostio e impedir la correcta osificación del fragmento elongado con la consiguiente pseudoartrosis.³

Al no haber una adecuada fijación, se produce una disminución de oxígeno o de vascularización la cual puede generar una fibrosis, necrosis o infecciones.³

Ligera reabsorción del fragmento transportado, por lo que se recomienda una sobrecorrección de 1-2 mm para compesarla.

Deshiscencias de la herida, para esto se regularizan los bordes cortantes del fragmento.

Desviaciones del correcto vector de distracción. Que se corrige mediante férulas.

CONCLUSIONES

La pérdida ósea consecutiva al edentulismo va a condicionar una dificultad o imposibilidad a la retención y el soporte de las prótesis bucales. Esta pérdida ósea a nivel de la cresta alveolar depende de la interacción de varios factores (anatómicos, sexuales, biológicos y mecánicos). Manifestándose de manera vertical o horizontal.

La distracción osteogénica alveolar es un método que nos permite aumentar la altura del reborde alveolar promoviendo la neoformación ósea, así como conseguir un aumento significativo de los tejidos blandos circundantes, ofreciendo un resultado previsible, con bajas tasas de morbilidad e infección.

Gracias a esta alternativa para la regeneración ósea es empleada principalmente en la terapia de implantes al proveer volumen y altura al reborde alveolar, por lo que damos un mejor pronóstico y tratamiento, evitando realizar otros tipos de procedimientos.

Tomando en cuenta que en la distracción osteogénica alveolar se presentan ciertas complicaciones teniendo entre las más frecuentes encontramos la infección, fibrosis y necrosis, una consolidación prematura dada por una osteotomía incompleta, deshiscencia de la herida, por lo que debemos tener el conocimiento del ritmo de distracción para evitar la formación de una psuedoartrosis.

La distracción osteogénica será un procedimiento con mayor práctica odontológica, es por eso que debemos darle importancia para tener un mejor panorama general, de cómo se lleva a cabo teniendo en cuenta que se producen mecanismos biológicos muy similares a los que ocurren en la curación o regeneración normal, cuando se realiza y en qué casos se realiza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sandner MO, Tratado de cirugía oral y maxilofacial. Introducción básica a la enseñanza, Caracas, Venezuela, editorial Amolca, 2007, Pp. 745-766.
2. Nikola S, Gándara VP, Somoza M; Distracción Osteogénica del reborde alveolar: revisión de la literatura, Med Oral 2004;9:321-327.
3. Cope JB, Samchukov ML, Cherkashin AM, Mandibular distraction osteogenesis: A historic perspective and future directions, Rev. J. Orthod Dentofacial Orthop 1999;115:448-60.
4. Jorge Cano, Julián Campo, Luis A. Moreno,; Osteogenic alveolar distraction: A review of literature: Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;101:11-28.
5. De Pablos J, Cañadell J. Elongaciones óseas, conceptos y controversias, (monografía). Ediciones Universidad de Navarra, Pamplona, 1990. Creado y diseñado por J de Pablos/J.A. Brugera, 2006.
6. Sanchukov M., COPE J, Cherkashin A, Craneofacial Distraction Osteogenesis, USA, editorial Mosby,, 2001 Pp. 21-36.
7. Matteo Chiapasco, Eugenio, Rehabilitación implantosoportada en casos complejos, Caracas, Venezuela, editorial Amolca, 2006: Pp. 381-395.
8. Karaharju EO, et al. Distraction bone healing. Clin Orthop, 1993.
9. Wheeler PR, Burkitt HG, Daniels VG. Functional Histology. New York: Churchill Livingstone ed.; 1987. p. 142-60.
10. Friedenstein AJ. Precursor cells of mechanocytes. Int Rev Cytol 1976;47:327-55.
11. Yamaguchi A, Komori T, Suda T. Regulation of osteoblast differentiation mediated by Bone Morphogenetic Proteins, Hedgehogs,

- and Cbfa1. *Endocr Rev* 2000;21:393-411.
12. Aubin JE. Osteogenic cell differentiation. En: Davies JE ed. *Bone Engineering*. Toronto: Davies JE ed.; 2000. p. 19-30.
 13. Heersche JNM. Mesenchymal stem cells and their involvement in bone remodeling, repair, and regeneration. En: Zarb G, Leckholm U, Albrektsson T, Tenenbaum H eds. *Aging, Osteoporosis, and Dental Implants*. Carol Stream: Quintessence Publishing Co.; 2002. p. 17-23.
 14. Hoshi K, Komori T, Ozawa H. Morphological characterization of skeletal cells in Cbfa1-deficient mice. *Bone* 1999;25:639-51.
 15. Canfield AE, Doherty MJ, Ashton BA. Osteogenic potential of vascular pericytes. En: Davies JE ed. *Bone Engineering*. Toronto: Davies JE ed.; 2000. p. 143-51.
 16. Civitelli R, Beyer EC, Warlow PM, Robertson AJ, Geist ST, Steinberg TH. Connexin 43 mediates direct intercellular communication in human osteoblastic cells networks. *J Clin Invest* 1993;91:1888-96.
 17. Simonet WS, Lacey DL, Dunstan CR, Kelley M, Chang M-S, Luethy R et al. Osteoprotegerin: a novel secreted protein involved in the regulation of bone density. *Cell* 1997;89:309-19.
 18. Aubin JE, Liu F. The osteoblasts lineage. En: Bilezikian JP, Raisz LG, Rodan GA, eds. *Principles of Bone Biology*. San Diego, California: Academic Press;1996. p. 51-67.
 19. Ham AW. Some histophysiological problems peculiar to calcified tissue. *J Bone Joint Surg Am* 1952;34:701.
 20. Lanyon L. Osteocytes, strain detection, bone remodeling and remodeling. *Calcified Tissue Int* 1993;53:102-7.
 21. Young MF. Bone matrix proteins: more than markers. *Calcif Tissue Int* 2003;72:2-4.
 22. Gheron Robey P, Fedarko NS, Hefferan TE, Bianco P, Vetter UK, Grzesik W et al. Structure and molecular regulation of bone matrix proteins. *J Bone Miner Res* 1993;8:483-7.

23. Schonau E, Rauch F. Markers of bone and collagen metabolism. Problems and perspectives in Pediatrics. Horm Res 1997;48:50-9.
24. Canalis E, Economides AN, Gaggero E. Bone morphogenetic proteins, their antagonists, and the skeleton. Endocr Rev 2003;24:218-35.
25. Maurette O Brien, M.E. Allais de Maurette, R. Mazzonetto, Alveolar distractionosteogenesis: an alternative in the reconstruction of atrophic alveolar ridges. Report of 10 cases. Rev. Esp. Cirug. Oral y Maxillofac 2004;26:41-47.
26. Cícero DJ, Daudt PW, Implantes oseointegrados. Cirugía y prótesis. Ed. Artes Médicas Latinoamérica, 2003, pp 387-411.
27. Bilbao. Regeneración del proceso alveolar: Distracción ósea. Rev Esp Oral y Maxilofac, 2002; 24.
28. Yamamoto H, Sawaki Y, Ohbuko H, Ueda M. Maxillary advancement by Distraction osteogenesis using osseointegrated implantes. J Craniomaxillofac Surg, 1997; 25.
29. Calderón CL., Miranda VE., Rubio BP. Tratamiento quirúrgico ortodóntico de microsomía hemifacial mediante elongación ósea intraoral de rama mandibular. Revista Odontológica Mexicana, Vol. 10 No. 4, 2006.
30. Gómez de Ferraris M., Histología y embriología bucodental, Madrid , editorial Panamericana, 1999.
31. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of rate and frequency of distraction. Clin Orthop 1989;239:263-85.
32. Chiapasco M, Romeo E, Casentini P, Rimondini L. Alveolar distraction osteogenesis vs. vertical guided bone regeneration for the correction of vertically deficient edentulous ridges: A 1-3 year prospective study on humans. Clin Oral Implants Res 2004;15(1):82-95.
33. Suhr MA, Kreuzsch T. Technical considerations in distraction osteogenesis. Int J Oral Maxillofac Surg 2004;33(1):89-94.

34. Alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using titanium implants: An experimental study . *Int J Oral Maxillofac Surg* 1999;28:151-6
35. Oda T, Sawaki Y, Ueda M. Experimental alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using a simple device that permits secondary implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:95-102.
36. Gaggl A, Schultes G, Karcher H. Distraction implants: A new operative technique for alveolar ridge augmentation. *J Craniomaxillofac Surg* 1999;27:214-6.
37. Rojas A, Guerrero C, Bell W. Intraoral bone transport: A new surgical mandibular reconstruction approach. *J Oral Maxillofac Surg* 2000;58:101-4.
38. Chin M. Distraction osteogenesis in maxillofacial surgery, In Lynch SE, Genco RJ, Marx RE, eds. *Tissue engineering*. Chicago: Quintessence Books;1999. Pp 147-59.
39. García A, Somoza M, Gandara P, Gandara M. A preliminary morphologic classification of the alveolar ridge after distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62:563-6.
40. Walker DA. Mandibular distraction osteogenesis for endosseous dental implants. *J Can Dent Assoc* 2005;71(3):171-5
41. Heffez LB, Kirton M. Vector control in transportation osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63(6):737-46.