

Preservación de Alveolo previo a la colocación de implantes.

Revisión de literatura

Henao N¹, Vélez MA¹, Londoño LG².

1. Odontóloga Universidad CES, Residentes Posgrado Periodoncia Universidad CES.
2. Odontólogo Universidad CES, Periodoncista Universidad Javeriana.

Palabras Clave: Extracción dental, Preservación de alveolo, injertos óseos

Después de la extracción dental y de la cicatrización, con frecuencia el resultado es un cambio morfológico traducido en una disminución en altura y amplitud del hueso¹ donde se observa que hay mayor reabsorción en la pared bucal tanto del maxilar superior como inferior.² La reducción de los rebordes alveolares es mayor en la zona mandibular que en los arcos maxilares,³ posiblemente porque en el maxilar hay mayor aporte vascular que en la mandíbula.⁴

En la literatura odontológica se reporta que se observa una pérdida en la altura y el ancho original del alvéolo del 40 al 60% aproximadamente, a los 2 años después de la extracción dental.⁵ Otras investigaciones han reportado que el reborde alveolar del área anterior del maxilar puede reducirse un 23% los primeros 6 meses después de la exodoncia, y un 11% los 5 años siguientes.⁶ Si este caso se dirige a una rehabilitación posterior del sitio, se van a generar dificultades para llevar a cabo un buen tratamiento protésico o la colocación de implantes, comprometiendo la estética, la función y generando un pronóstico reservado.

La habilidad para mantener la morfología de los tejidos blandos es una consideración importante en zonas estéticas teniendo en cuenta que estos siguen la forma del contorno óseo.⁷ En sitios con una cresta delgada se puede presentar, después de la extracción,

una significativa dehiscencia bucal que compromete el éxito protésico.⁸ Por tal motivo, se considera la utilización de injertos óseos y la colocación de membranas para conservar la altura de hueso y ayudar a estabilizar los tejidos blandos del sitio.⁷

Es por esto que se plantean diferentes técnicas para preservar la altura y amplitud tanto de los tejidos duros como blandos, cuando no es posible colocar implante inmediato posterior a la extracción dental.⁹ Es importante realizar una exodoncia atraumática para conservar las estructuras anatómicas, dando como resultado una mejor calidad y cantidad de hueso alveolar después de la cicatrización. Este punto es uno de los factores más importantes que determinan el éxito de la preservación del alvéolo debido a que si en el momento de la exodoncia se genera fractura de tablas óseas, la pérdida ósea podría aumentar.¹⁰ No se recomienda la colocación de implantes inmediatos en sitios donde haya infección, al igual que cuando no hay suficiente hueso en la parte apical del alvéolo comprometiendo la estabilidad primaria del implante, en estos casos se debe pensar en una preservación para mantener o mejorar la altura y amplitud ósea.⁷

Para lograr el éxito en la conservación de alveolo es importante saber escoger el tipo de material a utilizar. En el caso de los injertos óseos se debe cumplir con características como la biocompatibilidad con los tejidos, facilitar la revascularización, ser osteoinductivo, y que este material sea reemplazado por hueso nuevo ^{11,12}. Los injertos óseos pueden estar acompañados de membranas o de apósitos, ya sean de tipo reabsorbible o no reabsorbible, obteniendo resultados similares y proporcionando estabilidad en el sitio. ^{13,14}

Teniendo en cuenta que la preservación de alveolo es una técnica que limita pero no evita el modelado y remodelado óseo que se genera durante la cicatrización cuando se colocan biomateriales, ^{15,16} se tiene como propósito con la revisión de este tema evaluar las ventajas y desventajas al realizar preservación de alveolo con diferentes materiales previa a la colocación de implantes y la restauración final.

Cicatrización del Alveolo Posextracción

Los estudios evalúan el remodelado óseo para poder definir cómo se da la reabsorción en alveolos posextracción, este los cambio en la estructura del hueso es dado por los osteoclastos que causan reabsorción del reborde alveolar y por los osteoblastos que realizan depósito de colágeno y subsecuente mineralización de éste.^{17,18}

Amler en 1969 reporta 5 diferentes etapas en las que se da el proceso de cicatrización. Después de la extracción dental se genera una hemorragia y formación de coágulo por glóbulos rojos y plaquetas, creándose una reacción inflamatoria que estimula las células, formando el tejido de granulación. A las 72 horas el coágulo comienza a disminuir y se cambia por tejido de granulación, especialmente en la periferia del alvéolo; se da un proceso de angiogénesis a través de células endoteliales y formación de capilares; al cuarto día prolifera el epitelio a lo largo de la periferia del alvéolo y hay formación de tejido conectivo aparente (fibras colágenas formadas por fibroblastos); este tejido conectivo gradualmente reemplaza al tejido de granulación en un período de 14 a 16 días.

Dentro del alvéolo se observa calcificación con apariencia osteoide, comenzando en la base y en la periferia del alvéolo, aproximadamente de 7 a 10 días, continuando con un trabeculado óseo que se completa a la sexta semana. Durante este período se presenta actividad osteoblástica, que se refleja en proliferación celular y fibras de tejido conectivo que ocurren entre 4 a 6 semanas después de la extracción. A la octava semana el proceso osteogénico disminuye, el cierre completo epitelial del alveolo es logrado después de 4 a 5 semanas. Un llenado sustancial de hueso ocurre de 5 a 10 semanas y a la semana 16 el relleno óseo se ha completado con una pequeña evidencia de actividad osteogénica en este periodo.^{19, 20} Una máxima actividad osteoblástica se observa entre la cuarta y la sexta semana pos extracción, después de la semana 8 el proceso osteogénico aparece bajo.²¹

La preservación de alvéolo, de forma temprana reduce o elimina la futura necesidad de un aumento de reborde.¹⁰ Estudios demuestran una pérdida en la altura y ancho original del alveolo del 40 al 60% aproximadamente, a los 2 años después de la extracción dental.⁵ Schropp y col. en el 2003 definen que los mayores cambios posextracción se dan en el primer año, reduciendo en un 50% de la amplitud bucolingual, y las dos terceras partes de esta reducción se dan los primeros tres meses.¹⁹ Otras investigaciones han reportado que el reborde alveolar del área anterior del maxilar puede reducirse un 23% los primeros 6 meses después de la exodoncia, y un 11 % los siguientes 5 años.⁶ Otros autores reportan que la rata de reducción del reborde residual alveolar ha mostrado ser mayor en la mandíbula (0.04mm por año) que en el arco maxilar (0.1mm por año).² Comparando el patrón de reabsorción ósea entre ambos maxilares se encuentra que en la parte posterior mandibular la dirección de la reabsorción es de bucal a lingual,^{22,17} posiblemente porque su aporte vascular es menor al del maxilar superior.⁴

Chen y col. en el 2004 observaron publicaciones realizadas entre 1990 y 2003 en las que diferenciaban cambios internos y externos del alvéolo posextracción encontrando una reabsorción externa en las medidas horizontales de 5 a 7 mm de 6 a 12 meses (representando un 50% de la amplitud del reborde inicial). Los cambios internos en la altura son de 3 a 4 mm de pérdida aproximadamente el 50 %, y cambios en la amplitud de 4 a 5 mm a los 6 meses.²³

Cuando se realiza preservación de alvéolo

La preservación del alvéolo al tiempo de la extracción dental minimiza la reabsorción del reborde y facilita la colocación del implante, y así reconstruye el sitio de forma estética.²⁴ El conocimiento y la experiencia son necesarias para determinar la mejor modalidad de tratamiento.²⁵ Se pueden tener varias opciones, tanto periodontales como protésicas, que incluyen.²⁶ La colocación de implantes inmediatos, cicatrización natural y colocación tardía de implantes, cicatrización natural y futuro aumento de cresta ósea, cicatrización

natural y futuro aumento de tejidos blandos, cicatrización natural y prótesis parcial removible y técnica de preservación de alveolo.

Se necesita un volumen suficiente de hueso sano para lograr éxito en el tratamiento, al momento de realizar la restauración definitiva; sobre todo si se trata de implantes, ya que si éste se pone en un sitio con una cresta delgada (por ejemplo, inmediatamente después de la extracción) podría resultar en una significativa dehiscencia bucal, comprometiendo la estética y la función.⁸

Es por esto que al preservar alveolo para una posterior colocación de implante se debe realizar una extracción con un mínimo de daño a las estructuras anatómicas que se encuentran alrededor, y esto conlleva a mejorar la cantidad y calidad de hueso alveolar.¹⁰

Materiales regenerativos

La preservación de alveolo se describe como la técnica donde después de la extracción dental se colocan dentro del alveolo materiales de relleno, y estos pueden estar o no cubiertos por una membrana. Con el objetivo de minimizar la reabsorción ósea, evitando el colapso del alveolo.

Injertos óseos

Varios materiales de injertos óseos han mostrado resultados positivos en muchos escenarios clínicos, estos materiales intentan reducir la atrofia del reborde con técnicas que han sido sugeridas, mostrando resultados positivos para minimizar la atrofia del reborde alveolar y la nueva formación de hueso dentro del alveolo.^{27,28} La selección de material de injerto debe basarse en los siguientes criterios: tener un suministro ilimitado, ser biológicamente inerte (no hay reacción inmunológica), facilitar la revascularización, ser completamente reemplazado por hueso nuevo, fácil uso y manejo, ser hidrofílico y

adherirse al hueso.^{11,12} Por lo tanto deben cumplir mecanismos biológicos fundamentales que facilitan y promueven la cicatrización del alveolo posextracción, estos son:

- **Osteogénicas:** Es la neoformación ósea mediada por el trasplante en el material de relleno de células vivas, que llevan a cabo la regeneración ósea de una forma directa. Este mecanismo es propio de los autoinjertos y es especialmente importante en los injertos córtico-esponjosos y particulados debido a la más rápida revascularización.^{8, 29, 30, 31, 32}
- **Osteoinductivas:** Es el fenómeno que se da mediante la proteína morfogenética ósea, al provocar la proliferación de los osteoblastos a partir de células inmaduras vecinas con la formación de hueso activo.^{8, 29, 30, 31, 32}
- **Osteoconductivas:** Efecto físico que se origina cuando el material del implante no vital sirve como andamiaje para la penetración de osteoblastos precursores en el defecto. Fenómeno de revascularización capilar a partir de tejidos blandos vitales ^{8, 29, 30, 31, 32}

Los injertos óseos se dividen en 4 categorías principales:

Autoinjerto: injerto que proviene de una zona para ser utilizado en otra zona en el mismo paciente. Puede ser extraído de sitios extraorales como cresta iliaca, calota y la tibia; y de sitios intraorales como el mentón, rama mandibular y la tuberosidad. Ambos sitios poseen propiedades osteoinductivas, osteoconductivas y osteogénicas, y no representan riesgo de transmisión de enfermedades ya que el sitio donante y el sitio receptor son del mismo individuo, por lo tanto se consideran el *gold estándar* como material para uso regenerativo pero requieren una segunda cirugía del sitio donante.^{8, 9, 33, 34}

Alloinjerto: injerto óseo que es transferido entre miembros de la misma especie, de un cadáver a un paciente (mineralizados, desmineralizados y liofilizados). Disponible en cantidades limitadas, no necesita segundo sitio de cirugía y está disponible en bloque o particulado ^{8,9}

Xenoinjerto: injerto óseo donde el donador es de especie diferente al receptor (injertos

bovinos, porcinos). Disponible en cantidades limitadas, no necesita segundo sitio de cirugía. No posee propiedades osteoinductivas ni osteogénicas.^{8, 9, 33}

Injerto Aloplástico: materiales de injerto de origen sintético (hidroxiapatita, vidrio bioactivo, cerámicos, Fosfato tricálcico) Solo es un material de relleno osteoconductor.^{8, 9}

Membranas

Los injertos óseos pueden estar acompañados de membranas, ya sea reabsorbibles o no. El objetivo de las membranas es proporcionar estabilidad al sitio. Estas presentan como ventajas la estimulación de la agregación plaquetaria, aumento de la red de fibrina, evitando que migren las células de tejido blando a la zona del injerto óseo. Además, el colágeno es un agente hemostático y posee la capacidad para estimular la agregación plaquetaria y aumentar la red de fibrina que puede conducir a la formación inicial del coágulo, la estabilidad y la maduración ósea³⁵. Por otra parte, se ha demostrado que el colágeno favorece la quimiotaxis de fibroblastos *in vitro*. Esta propiedad podría aumentar la migración celular y promover la cobertura primaria de la herida que es fundamental para el crecimiento óseo.³⁶ Estas mismas ventajas aplican para las membranas no reabsorbibles, pero es importante recalcar que la exposición de estas membranas podrían comprometer el pronóstico generando mayores complicaciones en el sitio, además que requieren una segunda intervención para su retiro.³⁶

Otras opciones que se utilizan como barreras para cubrir el injerto óseo es el Colla Plug, un apósito colágeno reabsorbible, que tiene como función principal conservar el material de injerto dentro del alvéolo, controlando la hemorragia, estabilizando el coágulo de fibrina y favoreciendo la agregación plaquetaria, acelerando el proceso de epitelialización. Tiene un tiempo de reabsorción mayor que el cierre del tejido blando, siendo económicamente más favorable para el paciente.^{7, 37}

Estudios experimentales demostraron que las membranas, cuando se aplican sobre los defectos de hueso, actúan como una barrera física, impidiendo la competencia con las células de la mucosa y evitando que estas migren, respetando el injerto óseo.^{38, 39, 40}

Los ensayos clínicos de las membranas de barrera, para indicaciones de implantes, comenzaron a finales de 1980 y los primeros informes se publicaron poco después. Las membranas de barrera pueden ser utilizadas bien sea simultáneamente o por etapas. La utilización del enfoque simultáneo es que la membrana se aplica al mismo tiempo que se colocan los implantes para regenerar un defecto óseo que acompañe el peri-implante. El enfoque gradual, de otra parte, utiliza la primera barrera de membrana para la regeneración de un defecto óseo en el proceso alveolar; mientras que el implante se inserta en una segunda cirugía, una vez se haya completado el procedimiento de aumento óseo.^{41, 42, 43, 44}

Podemos definir entonces que la utilización de las membranas de barrera tienen una triple función:⁴⁵ en primer lugar, sirven como una barrera física que previene que migren las células del tejido blando a la zona del injerto óseo y por consiguiente puedan migrar células osteogénicas y angiogénicas desde la medula ósea a la zona del injerto por medio del coágulo sanguíneo; en segundo lugar, la membrana estabiliza el coágulo en la zona; y en tercer lugar, la membrana sirve como un dispositivo de preservación del injerto.

Las membranas se pueden dividir en dos categorías, basadas en las propiedades de absorción: membranas reabsorbibles y no reabsorbibles.

Las primeras pueden ser derivado de colágeno, las cuales no necesitan remoción, mejoran la cicatrización de tejidos blandos y tiene como desventaja la falta de rigidez para mantener el espacio, por lo tanto necesitan de un material de apoyo.⁴⁶ Otros materiales como el poliéster sintético, el polyglactin 9-10, el ácido poliglicólico no son tan utilizados en la actualidad.⁴⁶

Las membranas no reabsorbibles son de polytetrafluoretileno expandido (ePTFE), y pueden ser reforzadas con titanio.⁴⁷ Las dos desventajas principales de las membranas

no reabsorbibles son el potencial de exposición durante la cicatrización y la subsecuente colonización por bacterias orales que pueden comprometer los resultados clínicos, y la necesidad de una segunda cirugía para retirar la membrana.¹³

Algunas de las dificultades asociadas con el uso de membranas, incluyen: potencial de reducción de encía queratinizada, alteraciones de los contornos gingivales, migración de la unión mucogingival como resultado del desplazamiento coronal del colgajo para lograr el cierre de tejidos blandos sobre la membrana.^{48, 49}

Estudios

Lekovic y col. compararon el resultado de la preservación alveolar usando una membrana reabsorbible y un grupo control sin membrana. Se observó una significativa disminución en la pérdida de hueso de la cresta a los 6 meses (-0.38 mm vs -0.50 mm), en el llenado alveolar más interno (-5.81 mm vs 3.94mm) y disminución horizontal del reborde (-1.31 mm vs -4.56mm).²³ Nevins y col. realizaron un estudio en 2006 donde compararon preservación de alvéolo con hueso bio-oss y cicatrización convencional, encontrando que hay una disminución de la pérdida de la pared bucal en un 20% utilizando materiales de injerto.⁵⁰

Fickl y col. en 2008 realizaron un estudio en 5 perros para evaluar preservación de alvéolo. Se dividió la muestra en 3 grupos: 1) Bio-oss Colágeno (xenoinjerto) más sutura, 2) Bio-oss Colágeno (xenoinjerto) más injerto gingival libre, 3) No relleno y sutura. Se realizó seguimiento a cuatro meses encontrando que en los grupos donde se utilizó bio-oss colágeno se observa menos invaginación del tejido duro y blando, en la porción más apical del alvéolo se encuentran partículas de bio-oss rodeadas por hueso nuevo mineralizado, mientras que en la porción más coronal se puede encontrar algo de tejido conectivo rodeando las partículas. Comparando estos grupos con el grupo control se observa menor pérdida ósea en los que se coloca bio-oss colágeno; sin embargo, a pesar

del uso de este biomaterial, la tabla bucal se ve más afectada que la lingual, por lo tanto los autores concluyen que el uso de biomateriales más injerto gingival libre podría prevenir o limitar el colapso del tejido blando.¹⁶

Para evitar o disminuir la pérdida de la tabla vestibular Fickl y col. en 2009 evaluó si colocando un sobrecontorno sobre la pared bucal durante la preservación de alvéolo se podría compensar esta pérdida, se concluye que ninguna técnica compensa las alteraciones biológicas que se dan en el alvéolo, lo que conlleva a que no hay diferencias estadísticamente significativas en la dimensión horizontal; mientras que se encuentra que hay una disminución significativa de la pérdida a nivel bucal con la colocación de Bio-oss colágeno en zona del alvéolo combinándolo con injerto de gingival libre/injerto de tejido conectivo.²⁴

TÉCNICA

Después de la selección del material, la técnica para preservar alvéolo consiste en realizar la exodoncia lo menos traumática posible y, para esto, se hace un colgajo con el fin de minimizar el trauma en los tejidos, conservando cresta ósea al momento de la extracción. Es importante promover un sangrado adecuado dentro del alvéolo, porque la sangre contiene las proteínas y los factores de crecimiento de los huesos sanos, y esta es la clave para obtener ganancia de hueso^{11, 51, 52}, ya que la trasplantación de células vivas incrementa la posibilidad de tener células viables y un injerto revascularizado, además la sangre hidrata el injerto facilitando una mejor manipulación, para poder llevarlo al alvéolo.^{10, 53} El material debe ser aprisionado ligeramente y se deben evitar los excesos, un sobrellenado del alvéolo puede resultar en secuestros de partículas de injerto óseo en coronal esto posiblemente puede llevar al desarrollo de infecciones que pueden influenciar negativamente la formación ósea.⁵⁴ Además es fundamental un espacio adecuado entre las partículas del injerto para permitir la revascularización, y así facilitar la difusión de proteínas y de factores de crecimiento, que son necesarias para la formación de nuevo hueso.^{10, 55}

Aproximadamente las dos terceras partes del alvéolo deben ser llenadas con el injerto para prevenir infecciones en la parte coronal y evitar posibles infecciones, además es importante respetar el espacio para la membrana colágena reabsorbible y permitir el afrontamiento de los bordes del colgajo.^{12,54} Si esto no se logra, se pueden presentar problemas que van ligados al diseño inicial del colgajo; por ejemplo, pérdida de la papila interdental, recesión del diente adyacente, dificultad en el desplazamiento coronal del colgajo y la subsecuente inhabilidad para lograr cierre primario, formación de tejido cicatrizal a lo largo de la incisión vertical -visible cuando el paciente tiene una sonrisa alta- y desplazamiento coronal del tejido queratinizado, el cual reduce la cantidad de inserción de tejido queratinizado en el aspecto facial del alvéolo.¹⁰

El proceso de cicatrización después de realizar preservación de alvéolo deben ser

controlado radiográficamente y el implante se puede colocar de 90 a 120 días después de realizada la preservación. Si una imagen radiográfica muestra la formación de hueso inmaduro, la colocación del implante debe ser aplazada hasta que se observe adecuada radiopacidad. Si la radiolucidez persiste por más de 180 días puede ser indicativo de la falta de incorporación del injerto, y con frecuencia se requiere de un procedimiento adicional para el desbridamiento de las partículas del injerto y posiblemente un nuevo procedimiento.⁵⁶

CONCLUSIÓN

A pesar que los estudios son heterogéneos, al realizar la revisión utilizando diferentes técnicas y materiales, se puede concluir que los procedimientos de preservación de alvéolo son efectivos para disminuir las alteraciones del reborde durante la cicatrización, tanto horizontal como vertical, en los alveolos posextracción. Todas las técnicas presentan buenos resultados en diferentes rangos o proporciones, por lo tanto, no se puede definir que una técnica sea superior a otra.

Es importante realizar un buen diagnóstico previo a la extracción dental, ya que no debemos olvidar el objetivo de la preservación de alvéolo que es buscar conservar tejidos blandos y tejidos duros, en la mayoría de las situaciones, para una futura restauración protésica que cumpla con fundamentos funcionales o estéticos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mecall RA, Rosenfeld AL. Influence of residual ridge resorption patterns on implant fixture placement and tooth position. 1. Int J Periodontics Restorative Dent 1991; 11(1):8–23
2. Pietrokovski J, Massler M. Alveolar ridge resorption following tooth extraction. J Prosthet Dent 1967; 17 (1): 21-7
3. Howell TH, Fiorellini J, Jones A, et al. A feasibility study evaluating rhBMP-2/ absorbable collagen sponge device for local alveolar ridge preservation or augmentation. Int J Periodontics Restorative Dent. 1997;17:124–139.
4. Soehren SE, Van Swol RL. The healing extraction site: a donor area for periodontal grafting material. J Periododntol 1979; 50 (3): 128-33
5. Sevor JJ, Meffert R. Placemen ofimplants into fresh extraction sites using aresorbable collagen membrane: case reports. Pract Periodontics Aesthet Dent. 1992;4:35–41.
6. Polizzi G, Grunder U, Goene R, et al. Immediate and delayed implant placement into extraction sockets: a 5-year report. Clin Implant Dent Relat Res. 2000;2:93–99.
7. Michael Danesh- Meyer. Management of the extraction Socket: Site Preservation Prior to Implant Placement. Australasian Dental Practice. 2008: 150-158
8. S. Lin, N. Cohenca, E. A. Muska & E. Front. Ridge preservation in cases requiring tooth extraction during endodontic surgery: a case report. International Endodontic Journal, 41, 448–455, 2008
9. Paul A. Fugazzotto. Treatment options following single-rooted tooth removal: a literature review and proposed hierarchy of treatment selection. J Periodontol . 2005 May;76(5):821-31
10. Hom-Lay Wang,Koichi Kiyonobu, Rodrigo F. Neiva, Socket Augmentation: Rationale andTechnique. Implant Dentistry. 2004; vol 13 Number 4: 286-295.
11. Becker W, Lynch SE, Lekholm U,et al. A comparison of ePTFE membranes alone or in combination with platelet derived growth factors and insulin-like growth factor-I or demineralized freezedried bone in promoting bone formation around immediate extraction socket implants. J Periodontol. 1992;63:929–940.

12. Mellonig JT. Bone allografts in periodontal therapy. *Clin Orthop*. 1996:116–125.
13. Lekovic V, Camargo PM, Klokkevold PR, Weinlaender M, Kenney EB, Dimitrijevic B, and other. Preservation of alveolar bone in extraction sockets using bioabsorbable membranes. *J Periodontol* 1998; 69(9):1044–9.4.
14. Zubillaga G, Von Hagen S, Simon BI, Deasy MJ. Changes in alveolar bone height and width following post-extraction ridge augmentation using a fixed bioabsorbable membrane and demineralized freeze-dried bone osteoinductive graft. *J Periodontol* 2003; 74(7):965–75.
15. Araujo, M., Linder, E., Wennström, J. & Lindhe, J. (2008) The influence of Bio-Oss collagen on healing of an extraction socket: an experimental study in the dog. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 28, 123–135.
16. Fickl, S., Zuhr, O., Wachtel, H., Bolz, W. & Huerzeler, M. (2008a) Hard tissue alterations after various socket preservation techniques—an experimental study in the beagle dog. *Clinical Oral Implants Research* 19, 1111–1118.
17. Araujo, M. G. & Lindhe, J. (2005) Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology* 32, 212–218.
18. Misch CE, Dietsh-Misch F, Misch CM. A modified socket seal surgery with composite graft approach. *J Oral Implantol* 1999; 25(4):244-50.
19. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing changes and soft tissue contour changes following single- tooth extraction: A clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:313-323.
20. Amler MH. The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1969;273:309-18.
21. Cardaropoli G, Araujo M, Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 2003; 30: 809- 818
22. Artzi Z, Tal H, Dayan D. Porous bovine bone mineral in healing of human extraction sockets. Part 1: histomorphometric evaluations at 9 months. *J Periodontol*.2000;71:1015–1023

23. Chen S, Wilson T, Hämmerle C, Immediate or Early Placement of Implants Following Tooth Extraction: Review of Biologic Basis, Clinical Procedures, and Outcomes, *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(suppl):12–25
24. Fickl S, Zuhr O, Wachtel H, Kerschull M, Hürzeler MB. Hard tissue alterations after socket preservation with additional buccal overbuilding: a study in the beagle dog. *J Clin Periodontol* 2009; 36: 898–904.
25. Marcus SE, Drury TF, Brown LJ, Zion GR (1996) Tooth retention and tooth loss in the permanent dentition of adults: United States, 1988–1991. *Journal of Dental Research* 75, 684–95.
26. Irinakis T (2006) Rationale for socket preservation after extraction of a single-rooted tooth when planning for future implant placement. *Journal of the Canadian Dental Association* 72, 917–22.
27. Barteck BK. Extraction site reconstruction for alveolar ridge preservation. Part 1: rationale and materials selection. *J Oral Implantol*. 2001;27:187–193
28. Becker W, Hüljöl P, Becker BE. Effect of barrier membranes and autologous bone grafts on ridge width preservation around implants. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2002;4:143–149.
29. Schallhorn RG. The use of autogenous hip marrow biopsy implants for bony crater defects. *J Periodontol*. 1968;39: 145–147.
30. Karring T, Lindhe J, Cortellini P. Regenerative periodontal therapy. *Periodontology and Implant Dentistry*; 2003. P: 662.
31. Tassos Irinakis, Moe Tabesh. Preserving the Socket Dimensions with Bone Grafting in Single Sites: An Esthetic Surgical Approach When Planning Delayed Implant Placement. *Journal Oral Implantology*. 2007; 33,3: 156-163
32. Marx RE, Snyder RM, Kline SN. Cellular survival of human marrow during placement of marrow-cancellous bone grafts. *J Oral Surg*. 1979; 37:712–717.
33. Buck BE, Malinin TI. Human bone and tissue allografts. Preparation and safety. *Clin Orthop*. 1994:8–17
34. Goldberg VM, Stevenson S. Natural history of autografts and allografts. *Clin Orthop*. 1987; 225:7–15.

35. Feinberg SE, Fonseca RJ. Biologic aspects of transplantation of grafts. In: Davis WH, ed. *Reconstructive Preprosthetic Oral and Maxillofacial Surgery*, 1st ed. Philadelphia: WB Saunders; 1986.
36. Tatakis D. Devices for periodontal regeneration. *Periodontology* 2000, Vol. 19, 1999, 59-73
37. Lay Wan, Yi- pin Tsao. gMineralized Bone Allograft- Plug Socket Augmentation: Rationale and Techinque. *Implant Dent* 2007; 16:33-41
38. Dahlin C, Linde A, Gottlow J, Nyman S. Healing of bone defects by guided tissue regeneration. *Plast Reconstr Surg* 1988; 81:672-676
39. Dahlin C, Gottlow J, Linde A, Nyman S. Healing oj maxillary and mandibular bone defects using a membrane technique. *Scand J Plast Reconstr Hand Surg* 1990; 24: 13-19
40. Seibert J, Nyman S. Localized ridge augmentation in dogs: a pilot study using memembranes and hidroxyapatite. *J periodontal* 1990; 61: 157-165
41. Becker W, Becker B. Guided Tissue regeneration for implants placed into extraction socket and for implant dehiscences: surgical techniques and case report. *Int J Periododontics Restorative Dent* 1990; 10: 377-392
42. Buser D, Bragger U, Lang NB N yman S. Regeneration and enlargement of jaw boné using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res* 1990; 1: 22-30
43. Lazzara RJ. Immediate implant placement into extraction sites: surgical and restorative advantages. *Int Periodontics Restorative Dent* 1989; 9: 333-343
44. Nyman S, Lang NI: Buser D, Bragger U. Bone regeneration adjacent to titanium dental implants using guided tissue regeneration: a report of two cases. *Int J Oral Maxilofac Implants* 1990; 5: 9-14
45. Buser D, Dula K, Hirt He: Schenk RK. Lateral ridge augmentation using autografts and barrier membranes. A clinical study in 40 partially edentulous patients. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54: 420-432
46. Postlethwaite AE, Seyer JM, Kang AH. Chemotactic attraction of human fibroblasts to type I, II, and III collagens and collagen-derived peptides. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1978; 75:871–875.

47. McAllister BS, Haghighat K. Bone augmentation techniques. *J Periodontol* 2007;78(3):377-96.
48. Wang HL, Al-Shammari KF. Guided tissue regeneration-based root coverage utilizing collagen membranes technique and case reports. *Quintessence Int.* 2002; 33:715–721.
49. Wang HL, Carroll MJ. Guided bone regeneration using bone grafts and collagen membranes. *Quintessence Int.* 2001; 32:504–515.
50. Nevins M, Camelo M, Paoli S, Friedland B, Schenk R, Benfenati S, A Study of the Fate of the Buccal Wall of Extraction Sockets of Teeth with Prominent Roots, *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:19–29
51. Becker W, Urist M, Becker BE, et al. Clinical and histologic observations of sites implanted with intraoral autologous bone grafts or allografts. 15 human case reports. *J Periodontol.* 1996; 67:1025–1033.
52. Jensen OT, Greer RO Jr, Johnson L, et al. Vertical guided bone-graft augmentation in a new canine mandibular model. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995;10:335–344.
53. Kay SA, Wisner-Lynch L, Marxer M, et al. Guided bone regeneration: integration of a resorbable membrane and a bone graft material. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1997; 9:185–194; quiz 196.
54. Sclar AG. Preserving alveolar anatomy following tooth removal in conjunction with immediate implant placement. The Bio-Col technique. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 1999; 7:39-59
55. Maatz R, Lentz W, Graf R. Spongiosa test of bone grafts for transplantation. *J Bone Joint Surg [Am].* 1954;36:721–731
56. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulus L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single- tooth extraxtion: a clinical and radiographic 12- month prospective study. *Int J periodontics Restorative Dent.* 2003; 23: 313-323.