
UTILIZATION OF XENOGRAFT AS A BONE REGENERATION SCAFFOLD FOR RIDGE PRESERVATION: A CASE REPORT

Mardikacandra Manggala Putra^{*}, Fatimah Maria Tadjoeidin^{**}, Sri Lelyati C. Masulili^{**}, Adityo Widaryono^{**}

^{*}Specialist Program in Periodontology, Faculty of Dentistry, Universitas Indonesia, Jakarta

^{**}Department of Periodontics, Faculty of Dentistry, Universitas Indonesia, Jakarta

e-mail: fatimah.tadjoeidin@ui.ac.id

KEYWORDS

Ridge preservation, wound healing, xenograft

ABSTRACT

Introduction: Ridge preservation is a periodontal surgical treatment that has an important role in the long-term success of dental implants. An adequate alveolar bone dimension makes future implant placement more predictable. Xenograft is being used as filler material in ridge preservation following tooth extraction, due to osteoconductive and slow-resorbing properties. Patient's dental impressions and radiographs pre- and post-treatment ridge preservation were used to evaluate the alveolar ridge dimensions. This case report aimed to evaluate of ridge preservation treatment using xenograft material in an open wound healing approach. **Patient's main concerns:** A 58-year-old male patient referred from the conservation department was undergoing root canal treatment of his right lower molars and wanted to make a fixed denture. **Important clinical findings:** Tooth 46 had mobility grade 2, probing pocket depth of 12 mm, and clinical attachment loss of 11 mm. **Primary diagnoses:** Other conditions affecting the periodontium et causa endodontic-periodontal lesions. **Interventions and outcomes:** Tooth 46 were extracted with minimal tissue trauma and followed with ridge preservation using xenograft. The collagen membrane was immobilized with the combination figure of eight and simple interrupted suturing technique in open wound healing approach. The purpose of ridge preservation is to prevent of alveolar bone resorption and prepare alveolar dimension for dental implant placement. Xenograft plays an important role as a scaffold in regenerating alveolar bone. **Conclusion:** Xenograft effectively regenerates new bone in ridge preservation to prepare an implant placement. Periodic control and long-term evaluation are needed to evaluate the success of this treatment.

KATA KUNCI

Preservasi ridge, Penyembuhan luka, xenograft

ABSTRAK

Pendahuluan: Preservasi *ridge* merupakan perawatan bedah periodontal yang berperan penting dalam keberhasilan implan. Dimensi tulang *alveolar* yang memadai membuat pemasangan implan di masa yang akan datang lebih terprediksi. Material *xenograft* sebagai *scaffold* digunakan setelah ekstraksi gigi dalam perawatan preservasi *ridge* karena bersifat osteokunduktif dan memiliki laju resorpsi yang lambat. Cetakan gigi pasien dan gambaran radiografis sebelum dan sesudah perawatan preservasi *ridge* digunakan untuk

mengevaluasi dimensi *ridge* alveolar. Tujuan laporan kasus ini menunjukkan perawatan preservasi *ridge* menggunakan bahan *xenograft* pada penyembuhan luka terbuka. **Keluhan utama:** Pasien laki-laki berusia 58 tahun dirujuk dari bagian konservasi sedang dalam perawatan saluran akar geraham kanan bawah dan ingin membuat gigi tiruan cekat. **Temuan klinis:** Gigi 46 terdapat goyang derajat 2, kedalaman poket 12 mm, dan kehilangan perlekatan 11 mm. **Diagnosis utama:** *Other conditions affecting the periodontium* disebabkan lesi endodontik-periodontal. **Manajemen perawatan dan hasil:** Perawatan gigi 46 adalah ekstraksi dengan trauma jaringan yang minimal, dilanjutkan dengan preservasi *ridge* menggunakan *xenograft*. Membran kolagen difiksasi menggunakan teknik kombinasi penjahitan *figure of eight* dan *simple interrupted* pada penyembuhan luka terbuka. Preservasi *ridge* dilakukan guna mencegah resorpsi tulang alveolar dan mempersiapkan dimensi alveolar untuk pemasangan implan gigi. *Xenograft* berperan penting sebagai *scaffold* dalam meregenerasi tulang alveolar. **Simpulan:** Penggunaan *xenograft* terbukti efektif dalam regenerasi tulang baru pada perawatan preservasi *ridge* sebagai persiapan pemasangan implan. Kontrol periodik dan evaluasi jangka panjang diperlukan untuk menilai keberhasilan perawatan ini.

PENDAHULUAN

Gigi berlubang dengan infeksi mencapai saluran akar memiliki kemungkinan hubungan dengan jaringan periodontal.¹ Kondisi tersebut dapat berupa lesi endo-perio yang akan mengakibatkan kerusakan pada tulang alveolar sehingga seringkali gigi tidak dapat dipertahankan dan perlu di ekstraksi.¹⁻³ Perawatan bedah periodontal sangat direkomendasikan untuk menghindari penyusutan tulang dan perubahan morfologi tulang alveolar pascaekstraksi gigi.¹⁻³ Salah satu perawatan bedah periodontal yang dilakukan untuk mempertahankan volume tulang alveolar adalah preservasi *ridge*.²⁻⁴ Perawatan bedah preservasi *ridge* meliputi pembersihan jaringan granulasi sebagai salah satu sumber infeksi jaringan periodontal, diikuti dengan pemberian biomaterial graft untuk mempertahankan volum dari soket pascaekstraksi gigi.⁵

Penelitian terdahulu mengemukakan bahwa gambaran klinis tulang alveolar pada soket pascaekstraksi gigi mengalami perubahan selama proses penyembuhan.⁶ Penurunan tulang alveolar mencapai 50% pada residual alveolar *ridge* dapat terjadi dua belas bulan pascaekstraksi gigi.^{6,7} Proses penyembuhan soket ekstraksi yang mengalami masalah periodontal terjadi lebih lama dibandingkan dengan soket ekstraksi gigi sehat.^{2,6,7} Upaya regenerasi tulang dengan material *graft* pascaekstraksi gigi merupakan upaya untuk mencegah terjadinya penyusutan tulang alveolar. Beberapa penelitian membuktikan bahwa pencangkokan tulang alveolar menurunkan laju resorpsi tulang secara signifikan dibandingkan dengan soket yang tidak dilakukan pencangkokan.^{2-4,8}

Perlu kita ketahui bahwa soket pascaekstraksi, telah diklasifikasikan oleh peneliti sebelumnya berdasarkan ada atau tidaknya jaringan keras dan jaringan lunak pada bagian bukal dan palatal.⁹ Klasifikasi ini menggambarkan kondisi tulang dan kualitas tulang pascaekstraksi gigi. Soket tipe I: Jaringan lunak permukaan fasial dan tulang bukal dari soket ekstraksi berada pada level yang sama terhadap cemento enamel junction. Soket tipe II: Jaringan lunak fasial masih terdapat, tetapi tulang bukal hilang sebagian setelah pencabutan gigi. Soket tipe III: Jaringan lunak fasial dan tulang bukal berkurang drastis setelah ekstraksi gigi.¹⁰ Peneliti lain membagi dua zona mengenai soket pascaekstraksi yang dapat dipertahankan, diantaranya adalah zona estetik dan zona non-estetik yang ditentukan berdasarkan lokasinya.⁹ Pada zona non-estetik, terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan seperti defisiensi jaringan lunak permukaan fasial yang mengelilingi soket ekstraksi, tidak adanya dinding bukal soket pascaekstraksi, dan kehilangan tulang horizontal sebesar 3 mm.⁹

Pada perawatan preservasi ridge penggunaan material bonegraft menjadi komponen penting dalam mencapai hasil yang optimal.^{5,8,10} Beberapa bahan bonegraft telah dikemukakan dalam penelitian sebelumnya, diantaranya adalah autogenous bonegraft, demineralized freeze-dried bone allografts (DFDBA), xenografts, bioactive glass, hidroksiapatit dan kalsium sulfat.^{1,8,11,12} Tulang autogenous dianggap sebagai "standar emas" oleh para peneliti jika dibandingkan dengan DFDBA.¹ Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan

bahwa tulang baru tumbuh di lokasi yang dilakukan pencangkokan menggunakan tulang autogenous setelah tiga bulan, tetapi tidak lokasi DFDBA.^{2,7,8,11} Material lainnya yang saat ini sering digunakan dalam pencangkokan tulang adalah xenografts dan bioactive glass, dikarenakan jumlah ketersediaannya yang banyak sehingga mudah untuk didapatkan. Material bonegraft yang digunakan adalah xenograft dimana material bonegraft ini berasal dari sumber hewan, seperti tulang sapi atau babi yang telah diproses sedemikian rupa sehingga aman dan kompatibel untuk digunakan pada manusia.^{1,5,11}

Xenograft memiliki keunggulan sebagai material *bonegraft* dalam perawatan preservasi *ridge* seperti osteokonduktif, yaitu bertindak sebagai kerangka untuk sel-sel tulang baru yang tumbuh dan mengisi ruang. Keunggulan lainnya, *xenograft* memiliki sifat osteoinduktif, yaitu mempunyai kemampuan merangsang sel-sel tulang tubuh untuk berubah menjadi sel-sel tulang yang aktif dan mempercepat proses penyembuhan tulang.¹¹ Hal ini membantu dalam pembentukan tulang alveolar yang kuat dan sehat di sekitar area ekstraksi gigi. Sifat lain yang dimiliki oleh *xenograft* yaitu dalam segi biokompatibilitas, dimana sifat biokompatibilitasnya meminimalkan risiko penolakan atau reaksi negatif dari tubuh.^{8,11} Tujuan laporan kasus ini menjelaskan perawatan preservasi *ridge* dengan menggunakan bahan *xenograft* untuk mengurangi resorpsi volume tulang alveolar pascaekstraksi gigi dengan penyembuhan terbuka.

KASUS DAN PENATALAKSANAAN

Pasien laki-laki usia 58 tahun dirujuk dari poli konservasi RSKGM FKG UI untuk mendapatkan pertimbangan perawatan periodontal pada gigi geraham kanan bawah karena adanya lesi endo-perio. Gigi tersebut sedang dilakukan perawatan saluran akar (PSA). Pasien juga ingin membersihkan karang gigi. Pasien menyikat gigi dua kali sehari, tidak merokok, dan tidak memiliki riwayat penyakit sistemik. Keadaan umum *compos mentis* dan pemeriksaan ekstra oral tidak ada kelainan. Pemeriksaan intra oral menunjukkan gigi 46 goyang derajat 2 serta kehilangan perlekatan (*CAL*) pada bagian mesiobukal 2 mm, midbukal 12 mm, distobukal 11 mm, mesiolingual 7 mm, midlingual 12 mm, dan distolingual 6 mm. Gambaran klinis awal kunjungan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Foto klinis intra oral rahang atas dan rahang bawah

Pemeriksaan radiografis gigi 46 terdapat kerusakan tulang alveolar mencapai 1/3 apikal akar secara horizontal pada bagian mesial maupun distal disertai keterlibatan furkasi (Gambar 2).



Gambar 2. Foto Rontgen periapikal gigi 46

Diagnosis kasus ini menurut *World Workshop 2017* oleh *American Academy of Periodontology/European Federation of Periodontology (AAP/EFP)* adalah *other conditions affecting the periodontium*. Prognosis umum dari kasus ini baik karena pasien kooperatif, tidak merokok, factor sistemik terkontrol, dan oral hygiene sedang. Prognosis lokal gigi 46 buruk karena terdapat kegoyangan derajat 2, kerusakan tulang mencapai 1/3 apikal akar disertai keterlibatan furkasi, dan tanda klinis *tooth crack* mencapai furkasi. Data kasus ini digunakan atas kesediaan pasien dan telah mendapatkan persetujuan medis sebelum perawatan.

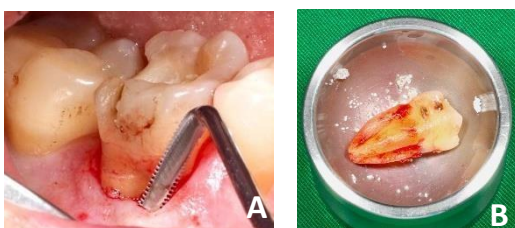
Rencana perawatan kasus ini dibagi menjadi empat fase. Fase satu (inisial) dilakukan perawatan *dental health education (DHE)*, oral profilaksis, *scaling*, dan *root planing*. Fase berikutnya merupakan fase empat (pemeliharaan) untuk evaluasi *oral hygiene (OH)* baik dengan *BOP 0%*.¹ Setelah kondisi periodontal stabil, dilanjutkan perawatan fase dua (bedah). Pasien dianjurkan untuk melakukan pemeriksaan darah sebelum tindakan bedah dan didapatkan hasil normal.

Perawatan pada fase dua dilakukan ekstraksi gigi 46 dilanjutkan preservasi ridge pada soket ekstraksi gigi untuk persiapan pemasangan implan dikemudian hari.^{1,5} Area bedah dilakukan aseptis terlebih dahulu untuk mencegah terjadinya infeksi sekunder pada saat pembedahan. Cairan anestesi yang digunakan saat pembedahan adalah Lidocaine HCl 2%. Injeksi anestesi dilakukan pada mucobuccal fold (MBF) dan intraligamen gigi 46 (Gambar 3).



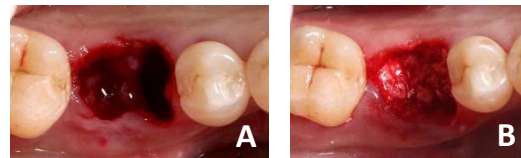
Gambar 3. A. Dilakukan aseptis pada area kerja untuk mencegah terjadinya infeksi sekunder. **B.** Pasien dilakukan injeksi anestesi Lidocaine HCl 2% pada area mbf gigi 46.

Pemutusan ligamen periodontal menggunakan *periotome* untuk memudahkan ekstraksi gigi dengan teknik atraumatik pada semua sisi gigi 46. Ekstraksi gigi 46 dilakukan dengan *forcep* untuk menghindari kerusakan tulang alveolar di bagian interdental. Observasi dilakukan pascaekstraksi gigi 46 untuk memastikan tidak ada sisa akar atau patahan yang tertinggal di dalam soket (Gambar 4).^{5,14}



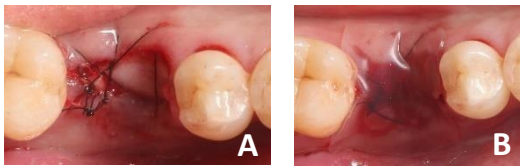
Gambar 4. A. Pemutusan ligamen periodontal di sekitar gigi 46 menggunakan *periotome*. **B.** Gigi 46 yang telah dicabut dipastikan tidak ada bagian patah dan tertinggal di dalam soket yang dapat menghambat penyembuhan.

Area soket ekstraksi gigi 46 dibersihkan menggunakan kuret *lucas* untuk menghilangkan jaringan granulasi dan jaringan nekrotik agar tidak menghambat penyembuhan dan pembentukan tulang (Gambar 5).^{1,5}



Gambar 5. A. Area soket ekstraksi gigi 46 di bersihkan menggunakan kuret lucas sampai tidak terdapat jaringan granulasi di dalam soket, kemudian di irigasi dengan cairan NaCl 0,9%. **B.** Area soket ekstraksi gigi 46 di lakukan preservasi ridge menggunakan material *bonegraft xenografit (bovine)*, untuk menjaga volume tulang alveolar gigi 46.

Soket ekstraksi gigi 46 yang sudah bersih, kemudian dilakukan pengisian material *bonegraft* dari bahan *xenografit (Bovine)* untuk menjaga volume tulang alveolar agar tidak mengalami resorpsi.⁵ Membran kolagen (*Bovine*) diletakkan diatas soket dengan strategi penyembuhan terbuka.^{4,15-19} Tujuan penggunaan membran kolagen untuk menjaga kestabilan *bonegraft* selama proses regenerasi tulang (Gambar 6).^{4,15-19} Luka area pembedahan dilakukan penjahitan menggunakan benang monofilamen nilon 5.0 dengan kombinasi teknik penjahitan internal figure of eight dan simple interrupted. Fungsi penjahitan untuk menahan membran dalam kondisi stabil dan menghindari infeksi sekunder akibat retensi plak (Gambar 6).^{14,17-}



Gambar 6. A. Area soket yang telah di isi dengan *bonegraft* kemudian ditutup dengan kolagen membran (*bovine*) untuk menjaga kestabilan dari *bonegraft* selama proses regenerasi. Penjahitan area pembedahan menggunakan benang monofilamen nilon 5.0 dengan teknik *figure of eight* dikombinasikan dengan *simple interrupted*. B. Bekas area pembedahan ditutup dengan *Ora-Aid* untuk mencegah terjadi retensi plak dan sisa makanan yang mengakibatkan infeksi sekunder.

Kontrol dilakukan pada fase empat, dengan jeda waktu dua minggu, satu bulan, dan empat bulan pascabedah.¹ Jahitan pada area bedah dilepas dua minggu pascabedah. Gambaran klinis terlihat area operasi belum tertutup secara menyeluruh dan masih terdapat edema (Gambar 7). Gambaran klinis satu bulan pascabedah terlihat kondisi gingiva sudah tidak terdapat edema, namun bekas luka belum tertutup secara menyeluruh (Gambar 7).



Gambar 7. Gambar A merupakan gambaran klinis kontrol dua minggu pascaoperasi. Gambar B Jahitan area pembedahan dilepas, terlihat area luka masih terdapat edema dan bekas operasi belum tertutup secara menyeluruh. Gambar kanan merupakan gambaran klinis satu bulan pascaoperasi. Gingiva sudah tidak terdapat edema namun luka belum tertutup secara sempurna.

Empat bulan pascabedah, terlihat bekas luka pembedahan sudah tertutup secara sempurna (Gambar 8).



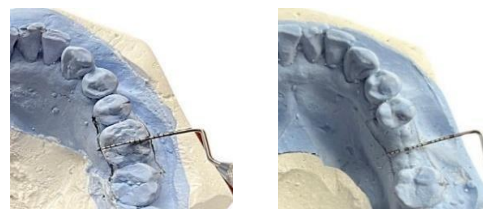
Gambar 8. Empat bulan pascaoperasi, terlihat bekas luka pembedahan sudah tertutup secara sempurna.

Pasien dilakukan evaluasi dengan membandingkan radiografis periapikal sebelum dan sesudah preservasi *ridge* (Gambar 9).



Gambar 9. A. Gambaran radiografis periapikal sebelum dan sesudah dilakukan preservasi *ridge*. B. Terdapat gambaran radiopak pada area soket gigi 46 pasca dilakukan preservasi *ridge* dan tidak adanya penurunan tulang puncak krestal alveolar pada distal gigi 45 dan mesial gigi 47.

Pengukuran lebar bukal dan lingual cetakan model rahang pasien sebelum dan sesudah preservasi *ridge* dibandingkan untuk mengevaluasi lebar permukaan *ridge* pada area edentulous gigi 46 (Gambar 10). Hasil pengukuran perbandingan model cetakan pasien didapati penyusutan sebanyak 2 mm pada area edentulous gigi 46 setelah dilakukan preservasi *ridge* (Gambar 10).



Gambar 10. Perbandingan model cetakan sebelum dan empat bulan pasca dilakukan preservasi *ridge*. Hasil pengukuran lebar *ridge* gigi 46 mengalami penyusutan sebanyak 2 mm pada jarak bukal dan lingual setelah dilakukan preservasi *ridge*.

Pasien direncanakan untuk pemasangan implan pada area edentulous. Pembuatan mahkota implan pada fase tiga (restorasi) dilakukan setelah implan mengalami proses *osseointegrasi* dengan tulang.

PEMBAHASAN

Penelitian klinis terdahulu menyatakan bahwa jika dinding alveolar yang mengelilingi soket tidak mengalami kerusakan, maka proses pertumbuhan tulang di dalam soket dapat terjadi secara alami.^{2,7} Upaya untuk mempertahankan dimensi *ridge* pada soket yang mengalami masalah periodontal adalah dilakukan perawatan preservasi *ridge*.^{7,8,11} Kondisi soket dimana ekstraksi gigi tidak dilakukan preservasi *ridge*, maka akan terjadi penurunan volume tulang alveolar yang merupakan salah satu faktor penghambat untuk pemasangan implan gigi.^{2,7,8,10} Preservasi *ridge* tidak hanya bertujuan mempertahankan bentuk dari tulang alveolar, tetapi juga menghasilkan regenerasi dengan kualitas menyerupai *native bone*.^{2,10,11} Keberhasilan perawatan preservasi *ridge* bergantung pada teknik operator saat ekstraksi gigi.^{3,12,20} Teknik yang digunakan pada perawatan preservasi *ridge* kasus di atas adalah kombinasi penggunaan *bonegraft* dari material *xenograft* (*bovine* – Ti-Oss) sebagai bahan pengisi tulang dan *resorbable* membran kolagen sebagai penghalang sel jaringan lunak memasuki soket tulang.^{5,10,13} Preservasi *ridge* dengan *xenograft* dikombinasikan dengan

membran kolagen, diharapkan dapat merangsang pertumbuhan tulang baru dan cukup untuk mendukung pemasangan implan dikemudian hari.^{5,8-10} Sifat osteokonduktif, osteoinduktif, biokompabilitas baik bagi tubuh dan rendahnya tingkat resorpsi telah terbukti dimiliki oleh *xenograft* yang dapat membantu mempertahankan volume alveolar *ridge*.^{5,10,12,13,17}

Penggunaan membran juga penting dalam mempertahankan material graft selama proses regenerasi tulang berlangsung.^{12,13,15,20} Jenis pemilihan membran yang tepat memiliki peran penting meningkatkan untuk keberhasilan perawatan preservasi *ridge*.^{10,12,13} Penggunaan *resorbable* membran kolagen terbukti efektif dalam perawatan preservasi *ridge*, dimana salah satu keunggulannya adalah tidak diperlukan pembedahan kedua untuk mengangkat membran setelah regenerasi tulang selesai.^{5,11,12} Operator pada kasus ini, menggunakan *resorbable* membran kolagen sebagai penghalang *bonegraft* di dalam soket dengan strategi penyembuhan terbuka.^{16,18,19} Beberapa peneliti menyatakan bahwa proses penyembuhan klinis saat pembentukan tulang baru tidak menjadi masalah terhadap terbukanya membran dalam perawatan preservasi *ridge*.^{16,18,19} Metode penyembuhan terbuka ini terbukti efektif digunakan pada lokasi pencabutan gigi molar yang mengalami kerusakan jaringan periodontal (kehilangan tulang ringan hingga berat pada 2-3 dinding soket ekstraksi).^{16,18,19}

Penjahitan area pembedahan pada kasus di atas menggunakan benang monofilamen nilon 5.0. Teknik penjahitan yang dilakukan adalah kombinasi internal *figure of eight* dan *simple interrupted*.^{1,14} Tipe jarum jahit yang digunakan adalah *round 3/8 reverse cutting*. Penggunaan tipe benang jahit monofilamen nilon dapat menghasilkan penyembuhan yang optimal pada area operasi dengan trauma jaringan minimal dalam bedah periodontal.¹ Benang dengan jenis nilon memiliki keunggulan dalam mencegah retensi plak dan sisa makanan pada area pembedahan. Pasien diharapkan dapat membersihkan area bedah secara mandiri baik dan benar untuk menunjang penyembuhan jaringan baru.¹ Resorpsi alveolar *ridge* pascaekstraksi gigi adalah kondisi yang tidak dapat dihindari, terutama pada daerah gigi molar. Daerah *ridge* pada gigi molar mempunyai tingkat resorpsi yang lebih besar dibandingkan dengan daerah lainnya.^{2,7,9} Efektivitas dari berbagai jenis bahan dan membran yang ada saat ini, menjadi topik penting dalam penelitian beberapa tahun terakhir.^{11,12,20} Penelitian jangka panjang diperlukan untuk menentukan efektifitas penggunaan berbagai jenis *bonegraft* dan membran dalam perawatan preservasi *ridge*. Pembahasan pad metode penggunaan membran dengan strategi penyembuhan terbuka, mendapatkan hasil efektif dan telah dibuktikan oleh beberapa peneliti dalam perawatan preservasi *ridge*.¹⁶
¹⁹Walaupun terbukti efektif, topik pembahasan strategi penyembuhan terbuka

masih ditemukan perdebatan antar beberapa peneliti dalam segi keberhasilannya.^{5,13,14} Investigasi jangka panjang juga diperlukan untuk melihat histomorfometri dalam pembentukan tulang baru dengan metode strategi penyembuhan terbuka.

SIMPULAN

Dalam kasus ini, alveolar *ridge* dipertahankan dengan menggunakan *xenograft*. Proses ini menghasilkan regenerasi tulang dalam jumlah yang cukup untuk mendukung implan. Pencangkokan soket dengan menggunakan *xenograft* dan kolagen membran dengan metode penyembuhan terbuka, terbukti dapat mempertahankan proporsi alami tulang (lebar dan tinggi) dan juga menghasilkan tulang yang berkualitas di area pembedahan. Preservasi *ridge* dilakukan guna untuk mempermudah pemasangan implan dikemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kklokevold, PR., Localized bone augmentation and implant site development. Carranza, FA., Newman, MG., Carranza's clinical periodontology. Saunders Elsevier. 2018. (79):794-805 p.
2. Couso-Queiruga E, Stuhr S, Tattan M, Chambrone L, Avila-Ortiz G. Post-extraction dimensional changes: A systematic review and meta-analysis. J Clin Periodontol. 2021 Jan 4;48(1):127-45 p.
3. Avila-Ortiz G, Elangovan S, Kramer KWO, Blanchette D, Dawson DV. Effect of Alveolar Ridge Preservation after Tooth Extraction. J Dent Res. 2014 Oct 25;93(10):950-8 p.
4. Avila-Ortiz G, Chambrone L, Vignoletti F. Effect of alveolar ridge preservation interventions following tooth extraction: A systematic review and meta-analysis. J Clin Periodontol. 2019 Jun;46:195-223 p.
5. Fugazzotto PA. Implant and Regenerative Therapy in Dentistry; A Guide to Decision Making. Wiley-Blackwell; 2009. 272-294 p.

6. Wei Y, Xu T, Zhao L, Hu W, Chung KH. Ridge preservation in maxillary molar extraction sites with severe periodontitis: a prospective observational clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2022 Mar 8;26(3):2391–9 p.
7. Ben Amara H, Kim JJ, Kim HY, Lee J, Song HY, Koo KT. Is ridge preservation effective in the extraction sockets of periodontally compromised teeth? A randomized controlled trial. *J Clin Periodontol*. 2021 Mar 1;48(3):464–77 p.
8. Araújo MG, da Silva JCC, de Mendonça AF, Lindhe J. Ridge alterations following grafting of fresh extraction sockets in man. A randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2015 Apr;26(4):407–12 p.
9. Juodzbaly G, Stumbras A, Goyushov S, Duruel O, Tözüm TF. Morphological Classification of Extraction Sockets and Clinical Decision Tree for Socket Preservation/Augmentation after Tooth Extraction: a Systematic Review. *J Oral Maxillofac Res*. 2019 Sep 5;10(3).
10. Ebenezer E, Muthu J, Balu P, Kumar Rs. Socket preservation techniques: An overview with literature review. *SRM Journal of Research in Dental Sciences*. 2022;13(3):115 p.
11. Stumbras A, Januzis G, Gervickas A, Kubilius R, Juodzbaly G. Randomized and Controlled Clinical Trial of Bone Healing After Alveolar Ridge Preservation Using Xenografts and Allografts Versus Plasma Rich in Growth Factors. *Journal of Oral Implantology*. 2020 Oct 1;46(5):515–25 p.
12. Couso-Queiruga E, Weber HA, Garaicoa-Pazmino C, Barwacz C, Kalleme M, Galindo-Moreno P, et al. Influence of healing time on the outcomes of alveolar ridge preservation using a collagenated bovine bone xenograft: A randomized clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2023 Feb 18;50(2):132–46 p.
13. Mahesh L, Kurtzman GM, Bali P, Kumar VR, Shukla S. Influence of a collagen membrane versus a collagen plugin quality of bone regeneration in extraction sockets. *Journal of Osseointegration*. 2023;15(2):124–7 p.
14. Edward Cohen DDS. *Atlas of Cosmetic and Reconstructive Periodontal Surgery*. Third Edition. Hamilton, editor. Boston, Massachusetts: BC Decker Inc; 2007.7–195 p.
15. Kim DM, De Angelis N, Camelo M, Nevins ML, Schupbach P, Nevins M. Ridge Preservation With and Without Primary Wound Closure: A Case Series. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2013 Jan;33(1):71–8 p.
16. Choi HK, Cho HY, Lee SJ, Cho IW, Shin HS, Koo KT, et al. Alveolar ridge preservation with an open-healing approach using single-layer or double-layer coverage with collagen membranes. *J Periodontal Implant Sci*. 2017;47(6):372 p.
17. Cardaropoli D, Tamagnone L, Roffredo A, Gaveglione L, Cardaropoli G. Socket preservation using bovine bone mineral and collagen membrane: a randomized controlled clinical trial with histologic analysis. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2012 Aug;32(4):421–30 p.
18. Martins JR, Wagner TP, Vallim AC, Konflanz W, Schwendicke F, Celeste RK, et al. To seal or not to seal? What is the deal in ridge preservation? *J Clin Periodontol*. 2022;49(7):694–705 p.
19. Lim HC, Shin HS, Cho IW, Koo KT, Park JC. Ridge preservation in molar extraction sites with an open-healing approach: A randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2019 Nov 1;46(11):1144–54 p.
20. Martins JR, Wagner TP, Vallim AC, Konflanz W, Schwendicke F, Celeste RK, et al. Comparison of the efficacy of different techniques to seal the alveolus during alveolar ridge preservation: Meta-regression and network meta-analysis. *J Clin Periodontol*. 2022 Jul 29;49(7):694–705 p.