

Literature Review

Periosteum-Derived Micrograft in Sinus Floor Augmentation: A Literature Review

¹Esti Cahyani Adiaty, ²Dimas Ilham Hutomo, ²Sri Lelyati C. Masulili

¹ Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Periodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Indonesia, Indonesia

² Departemen Periodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Indonesia, Indonesia

Received date: July 10, 2024

Accepted date: December 28, 2024

Published date: December 30, 2024

KEYWORDS

periosteum-derived micrograft,
sinus floor augmentation, bone
regeneration



DOI : [10.46862/interdental.v20i3.9529](https://doi.org/10.46862/interdental.v20i3.9529)

ABSTRACT

Introduction: Vertical deficiency due to maxillary sinus pneumatization in the posterior maxilla is a challenge for clinicians in dental implant placement. Sinus floor augmentation is a treatment procedure to overcome the vertical deficiency problem. Various regenerative materials have been used and developed for sinus floor augmentation, one of them is periosteum-derived micrograft (PDM) which derived from autogenous periosteum. Periosteum has pluripotent cells and a good proliferation rate that is useful for bone regeneration and potential for sinus floor augmentation. This literature review was conducted with the aim of investigating the use of PDM in sinus floor augmentation.

Review: Sinus floor augmentation aims to achieve adequate bone height in the posterior maxilla by raising the sinus membrane and placing regenerative material before dental implant placement. Periosteal-derived micrograft is periosteal tissue which cut into smaller pieces and processed for use with scaffolds to heal bone defects. Micrograft have been shown to induce scaffold revascularization, express Wingless/Integrated (WNT-16) and periostin (POSTN), mesenchymal stem cell marker, pro-angiogenic factor and β -catenin gene involved in osteogenic differentiation, osteoblast maturation, and overall bone regeneration. PDM has the advantage of producing faster bone regeneration and shows good clinical results in sinus floor augmentation.

Conclusion: Periosteum-derived micrograft has a good potential so it can be applied in sinus floor augmentation.

Corresponding Author:

Dimas Ilham Hutomo
Departemen Periodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Indonesia, Indonesia
Email: dimas.hutomo@ui.ac.id

How to cite this article: Adiaty EC, Hutomo DI, Masulili SLC. (2024). Periosteum-Derived Micrograft in Sinus Floor Augmentation: A Literature Review. *Interdental Jurnal Kedokteran Gigi* 20(3), 408-16. DOI: [10.46862/interdental.v20i3.9529](https://doi.org/10.46862/interdental.v20i3.9529)

Copyright: ©2024 **Dimas Ilham Hutomo** This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. Authors hold the copyright without restrictions and retain publishing rights without restrictions.

Periosteum-Derived Micrograft Pada Sinus Floor Augmentation: Tinjauan Literatur

ABSTRAK

Pendahuluan: Defisiensi vertikal akibat pneumatisasi sinus maksilaris pada posterior maksila menjadi tantangan klinisi dalam pemasangan dental implan. Prosedur augmentasi dasar sinus merupakan prosedur yang dapat digunakan untuk mengoreksi defisiensi ini. Berbagai material regeneratif dapat digunakan serta dikembangkan untuk prosedur augmentasi dasar sinus, salah satunya dengan penggunaan *periosteum-derived micrograft (PDM)* yang berasal dari periosteum autogenus. Periosteum merupakan sel pluripoten yang memiliki kecepatan proliferasi yang baik bersifat mendukung regenerasi tulang dan berpotensi digunakan pada perawatan *sinus floor augmentation*. Tinjauan literatur ini dibuat dengan tujuan mempelajari penggunaan *PDM* pada prosedur augmentasi dasar sinus.

Tinjauan Literatur: Prosedur augmentasi dasar sinus bertujuan mendapatkan tinggi tulang yang cukup pada posterior maksila dengan menaikkan membran sinus dan meletakkan material regeneratif sebelum dilakukan pemasangan implan dental. *Periosteum-derived micrograft* merupakan jaringan periosteum yang dipotong menjadi lebih kecil dan diproses untuk digunakan pada *scaffold* untuk penyembuhan defek tulang. *Micrograft* terbukti menginduksi revaskularisasi pada *scaffold*, mengekspresikan *Wingless/Integrated (WNT-16)* dan *periostin (POSTN)*, marker stem sel mesenkimal, *pro-angiogenic factors*, serta gen β -catenin yang berperan pada diferensiasi osteogenik, maturasi *osteoblast* dan regenerasi tulang secara umum. *PDM* memiliki keunggulan menghasilkan regenerasi tulang yang lebih cepat serta menunjukkan hasil klinis yang baik pada augmentasi dasar sinus.

Simpulan: *Periosteum-derived micrograft* memiliki potensi yang baik sehingga dapat diaplikasikan pada prosedur augmentasi dasar sinus.

KATA KUNCI: Periosteum-derived micrograft, augmentasi dasar sinus, regenerasi tulang

PENDAHULUAN

Volume dan densitas tulang merupakan hal yang menentukan kesuksesan restorasi implan. Defisiensi tulang vertikal pada posterior maksila yang dapat terjadi akibat kombinasi dari resorpsi tulang akibat kehilangan gigi, pneumatisasi sinus maksilaris dan penyakit periodontal merupakan tantangan pada perawatan implan gigi.¹ *Maxillary sinus floor elevation (MSFE)* menggunakan *bone graft* untuk menambah tinggi tulang alveolar merupakan salah satu cara mengatasi tantangan tersebut.²

Maxillary sinus floor elevation merupakan prosedur augmentasi sebagai persiapan penempatan implan gigi untuk meningkatkan tinggi tulang alveolar pada posterior maksila dimana pneumatisasi sinus maksilaris dan/atau kehilangan tulang alveolar vertikal telah terjadi.^{3,4} Ada dua pendekatan yang dilakukan pada perawatan *maxillary sinus floor augmentation* yaitu teknik *lateral window* dan *transcrestal*.⁴ MSFE dapat menambah ketinggian tulang rata-rata sebesar 4,7 mm dengan *survival rate* implan sebesar 97%.²

Berbagai material regeneratif telah digunakan dan dikembangkan dalam perawatan MSFE. *Autologous bone graft* masih dipertimbangkan sebagai standar emas dari augmentasi tulang karena memiliki kemampuan osteogenik, osteokonduktif dan osteoinduktif, namun *autologous bone graft* memiliki beberapa keterbatasan dalam hal jumlah serta dibutuhkan area donor untuk mendapatkannya.⁵ Beberapa alternatif material yang dapat digunakan yaitu bahan *allograft*, *xenograft*, *alloplast* dan/atau *growth factor* yang memiliki sifat osteokonduksi dan/atau osteoinduksi.^{5,6} Material alternatif ini memiliki beberapa keterbatasan yaitu tidak adanya kandungan sel hidup, potensi infeksi atau penolakan imun tubuh, efek osteogenik yang terbatas, serta biaya perawatan yang tinggi.⁷⁻⁹

Penelitian terus dikembangkan untuk menemukan material regeneratif yang lebih ideal serta mengatasi berbagai keterbatasan yang ada, salah satunya *periosteum-derived micrograft*. Periosteum merupakan lapisan *fibrous* tipis yang menutup tulang dan memberikan tempat untuk sel *pluripotent* dan sebagai sumber faktor molekuler yang memodulasi perilaku sel.⁸ *Periosteum-derived progenitor*

cells (PDPCs) digunakan secara luas untuk beberapa aplikasi klinis seperti regenerasi kartilago, penyembuhan tulang dan *tissue engineering* pada *oral maxillofacial*.⁸ Proliferasi dari sel periosteal lebih besar secara signifikan dibandingkan dengan sel-sel stroma pada sum-sum tulang pada jumlah yang hampir sama, sehingga sel periosteal yang dikultur pada kondisi yang mendorong osteogenesis mungkin berguna untuk rekayasa jaringan tulang seperti halnya sel-sel stroma sumsum, serta memberikan manfaat dari proliferasi yang lebih besar.¹⁰

Periosteum-derived micrograft memiliki sifat yang baik pada regenerasi tulang serta memiliki keunggulan dapat diambil dari lokasi bedah, sehingga mengurangi morbiditas.⁸ *Periosteum-derived micrograft* terbukti dapat dimanfaatkan dalam beberapa aplikasi klinis, sehingga memiliki potensi yang baik dalam perawatan *MSFE*.^{11–13} Sejauh pengetahuan penulis, literatur yang membahas mengenai penggunaan *periosteum-derived micrograft*, khususnya pada perawatan *sinus floor augmentation* masih sangat terbatas, sehingga dibutuhkan pembahasan lebih lanjut mengenai hal tersebut. Tujuan disusunnya tinjauan literatur ini adalah untuk lebih memahami mengenai penggunaan *periosteum-derived micrograft* pada prosedur *sinus floor augmentation*.

TINJAUAN

Periosteum-Derived Micrograft

Periosteum-derived micrograft merupakan jaringan periosteum yang dipotong menjadi lebih kecil dan diproses untuk digunakan pada scaffold untuk penyembuhan defek tulang. Jaringan dapat diambil dari lokasi bedah yang sama untuk mengurangi bedah tambahan untuk pengambilan graft. Micrograft menunjukkan potensi osteogenik dan telah digunakan pada berbagai prosedur klinis augmentasi tulang.⁹ Periosteum-derived micrograft memiliki sifat osteogenik dan dapat menginduksi revaskularisasi pada

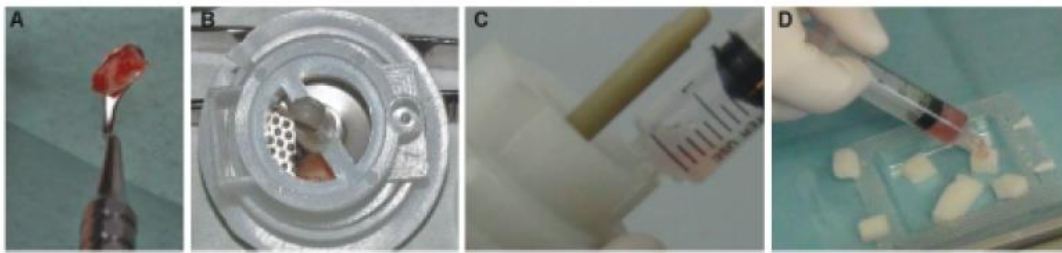
scaffold. Periosteum-derived micrograft juga mengekspresikan WNT-16 dan Periostin (POSTN), yang terlibat pada diferensiasi osteogenik dan regenerasi tulang.¹²

Penggunaan Periosteum-derived Micrograft

Micrograft menunjukkan efektifitas sebagai material bone grafting sehingga digunakan pada beberapa prosedur augmentasi tulang.^{8,11–13} Penelitian Aquino et al (2016) menunjukkan perbedaan antara penyembuhan normal dan aplikasi micrograft pada soket alveolar. Aquino et al membandingkan penggunaan spons kolagen dengan periosteum-derived micrograft paska pencabutan gigi, dan didapatkan pada saat bedah tahap kedua terdapat resorpsi puncak alveolar yang lebih rendah pada penggunaan periosteum-derived micrograft dibandingkan kelompok kontrol yang hanya menggunakan spons kolagen. Kelompok periosteum-derived micrograft menunjukkan resorpsi horizontal 38,3% lebih rendah, serta resorpsi vertikal 36,5% lebih rendah dibandingkan dengan kontrol.⁸ Micrografts juga mulai digunakan pada prosedur sinus lift.^{11–13}

Teknik Pembuatan Periosteum-derived Micrograft

Salah satu kelebihan proses pembuatan micrograft adalah periosteum didapatkan dari lokasi bedah yang sama, sehingga tidak terdapat kebutuhan lokasi donor.⁹ Terdapat dua pendekatan untuk mendapatkan micrograft: Pertama, ekstraksi mekanis (Gambar 1) dengan mengambil potongan kecil (1–2 mm) dari periosteum kemudian diletakkan pada alat yang digunakan untuk disagregasi jaringan biologis dan dicacah menjadi potongan-potongan yang lebih kecil. Cairan saline ditambahkan untuk mendapatkan suspensi pada akhir proses. Suspensi akan terbentuk dalam waktu 2 menit, kemudian diambil menggunakan syringe dan diletakkan pada carrier untuk kemudian diaplikasikan pada lokasi defek.^{9,11}



Gambar 1. Ekstraksi Mekanis Periosteum-derived Micrograft dengan Protokol Rigenera⁸ (A) Pengumpulan sampel periosteum 1-2 mm hingga 10 mm, (B) Masukkan sampel periosteum pada Rigeneracons yang telah ditambahkan larutan fisiologis. The Rigeneracons dimasukkan kedalam mesin Rigenera untuk mengaktifkan disrupsi (75r/m dan 15 Ncm), (C) Pengumpulan suspensi sel yang mengandung periosteum-derived micrograft dengan syringe melalui lubang, (D) Spons kolagen direndam dengan micrograft selama 8-10 menit untuk menciptakan bio-complex

Kedua, pengolahan secara enzimatik atau melalui kombinasi ekstraksi mekanis dan enzimatik yang dilakukan dengan menerapkan campuran enzimatik dosis rendah, dengan filter mekanis 70/40 μm . Metode ini terbukti berhasil pada isolasi sel, namun teknik ini membutuhkan penggunaan media kultur sehingga dibutuhkan pertimbangan waktu untuk melaksanakan prosedur, serta peralatan lab dan tenaga terlatih.⁹

Peran Periosteum-derived Micrografts pada Regenerasi Tulang

Micrograft mengekspresikan Wingless/Integrated (WNT-16) dan periostin (POSTN).⁹ Jalur persinyalan WNT merupakan salah satu jalur pensinyalan utama yang terlibat dalam regulasi homeostasis tulang.¹⁴ *WNT16* menjembatani persinyalan melalui WNT pathway yang meregulasi masa tulang.¹⁵ Pensinyalan WNT memengaruhi aktivitas dan fungsi keseluruhan dari osteoblastic lineage, termasuk stem sel mesenkimal, osteoblas dan osteosit.¹⁴ Sementara itu, sebuah studi in vivo menemukan bahwa periostin diekspresikan pada permukaan tulang alveolar yang menunjukkan perannya pada regulasi fungsi osteoblas.¹⁶ Defisiensi periostin menyebabkan defek pada perlekatan osteoblas ke matriks tulang, sehingga mempengaruhi proses diferensiasi menjadi osteoblast yang matang.¹⁶

Periosteum-derived micrografts mengandung marker stem sel mesenkimal CD73, CD90, dan CD105, serta faktor pro-angiogenic, seperti FGF2 dan FGF8.^{8,9,11} Faktor-faktor tersebut merangsang diferensiasi osteoblast untuk pembentukan tulang serta menunjukkan potensi osteoinduktif dari micrograft.⁹ Periosteum-derived

micrografts juga memperlihatkan gen, seperti β -catenin, yang menginduksi aktivasi genotype kuat dari tulang, sebab FGF-2 dan β -catenin berperan untuk maturasi osteoblas melalui RUNX-2 pathway, yang diekspresikan juga oleh micrograft.⁹ RUNX-2 merupakan faktor penting pada diferensiasi osteoblas dan kondrosit serta diperlukan untuk penentuan osteoblast lineage.^{17,18} Faktor-faktor tersebut menjadikan material ini kandidat yang baik untuk merangsang pembentukan tulang melalui mekanisme osteoinduksi dan osteokonduksi.⁹

Sinus Floor Augmentation

Sinus floor augmentation merupakan prosedur bedah untuk mendapatkan tinggi tulang yang cukup pada posterior maksila dengan cara menaikkan membran sinus dan meletakkan material regeneratif pada tempat yang telah dipersiapkan untuk menyangga implan gigi.^{1,4} Sinus floor augmentation merupakan prosedur yang kompleks dengan risiko komplikasi yang signifikan sehingga dibutuhkan pemilihan protokol yang sesuai berdasarkan evaluasi klinis dan anatomi pasien yang dilakukan dengan seksama.⁴

Teknik Sinus Floor Augmentation

Pendekatan utama sinus floor augmentation melibatkan penggunaan teknik lateral window atau crestal osteotomy.¹⁹ Teknik lateral window memungkinkan operator untuk melihat serta memantau integritas membran sinus pada setiap tahap.⁴ Teknik ini terbukti merupakan teknik yang terprediksi untuk sinus floor elevation menggunakan pendekatan simultan maupun bertahap.⁴

Teknik transcrestal diindikasikan apabila kestabilan implan dapat tercapai meskipun tinggi tulang terbatas.⁴ Pendekatan ini biasanya tidak memungkinkan untuk mengobservasi membran schneiderian selama preparasi, namun pada beberapa kasus dengan crestal window yang agak lebar, membran schneiderian dapat diobservasi selama prosedur sinus lift.¹⁹

Periode penyembuhan pada perawatan implan dengan sinus floor augmentation tergantung dari tipe, permukaan, panjang dan diameter implant yang digunakan. Secara empiris, periode penyembuhan selama 16 minggu direkomendasikan ketika insertion torque kurang dari 15 Ncm. Periode penyembuhan 12 minggu direkomendasikan pada kebanyakan kasus dengan insertion torque diantara 15 – 35 Ncm. Loading implan dapat dilakukan setelah 6 minggu bila insertion torque lebih dari 35 Ncm,⁴

Indikasi dan kontraindikasi Sinus Floor Augmentation

Indikasi utama sinus floor augmentation menggunakan pendekatan lateral yaitu tinggi tulang yang berkurang sehingga tidak memungkinkan penempatan implan standar maupun dengan kombinasi dengan minor sinus floor elevation menggunakan teknik osteotom.^{4,20} Teknik lateral window juga dapat dilakukan pada kondisi anatomis sinus maksilaris yang tidak ideal.⁴ Sedangkan indikasi dari teknik transalveolar osteotome yaitu dasar sinus yang datar dengan sisa ketinggian tulang minimal 5 mm dan lebar tulang crestal yang adekuat untuk pemasangan implan.²⁰

Kontraindikasi pada sinus floor augmentation dapat dibagi menjadi tiga, kontraindikasi intraoral, kondisi medis, dan kontraindikasi lokal.²⁰ Kontraindikasi medis diantaranya kemoterapi atau radioterapi pada area kepala dan leher dalam rentang waktu 6 bulan sebelum sinus floor elevation, kondisi medis yang mempengaruhi metabolisme tulang, diabetes yang tidak terkontrol, pengobatan atau kecanduan alkohol, ketidakpatuhan pasien dan kondisi psikis.^{20,21} Kontraindikasi lokal absolut untuk sinus floor elevation yaitu sinusitis akut, rhinitis alergi dan sinusitis kronis rekuren, mukosa yang terluka dan hipofungsi, tumor jinak yang agresif, tumor ganas. Adapun kontraindikasi lokal pada teknik osteotomi atau

transcrestal yaitu dasar sinus yang oblique (inklinasi >45°) karena berisiko tinggi terjadinya perforasi sinus akibat margin tajam dari osteotom.²⁰

Material Regeneratif pada Sinus Floor Augmentation

Sinus floor augmentation dapat dilakukan dengan dan tanpa menggunakan bone graft.²² Material regeneratif yang ideal adalah memiliki sifat osteoinduktif dan osteokonduktif serta memiliki kemampuan untuk osseointegrasi dengan permukaan implan. Material graft yang digunakan pada maxillary sinus floor augmentation memungkinkan pembentukan tulang baru dengan kemampuan penetrasi untuk menggantikan material bone graft dengan tulang yang akan mendukung implan.²³ Berbagai material telah digunakan pada prosedur sinus floor augmentation, diantaranya tulang autogenous, material xenograft dan material graft lain yang dicampur dengan enamel matrix derivative.²⁴

Autogenous bone masih menjadi standar emas karena kemampuannya untuk pemeliharaan viabilitas seluler dan memiliki kapasitas osteogenik. Autogenous bone dapat berasal dari intraoral maupun ekstraoral. Autogenous bone graft mengandung bone morphogenic proteins (BMPs) yang dapat menginduksi sel-sel osteogenik pada jaringan disekitarnya, serta growth factor yang penting pada proses regenerasi. Manfaat dari autogenous bone graft adalah tidak merangsang respons imunogenik, dan tulang mengandung growth factor yang merangsang remodeling tulang.²³

Material xenograft merupakan tulang yang berasal dari jaringan tulang spesies yang berbeda. Material xenograft mengalami remodeling dan resorpsi yang lambat. Allografts didefinisikan sebagai jaringan tulang yang berasal dari individu lain dari spesies yang sama dan dimanipulasi dengan beberapa metode seperti freezing, drying dan radiasi. Alloplastics didefinisikan sebagai bone graft buatan yang dapat dikelompokkan berdasarkan bentuk dan kepadatannya. Contoh dari material ini diantaranya beta-tricalcium phosphate, bioactive glass dan calcium sulfate.²³

Sinus floor elevation menggunakan xenograft saja atau dengan kombinasi dengan autogenous bone dan/atau demineralized freeze-dried bone allograft (DFDBAs)

dilaporkan meningkatkan pembentukan tulang yang signifikan secara statistik apabila setidaknya 20% autologous bone ditambahkan pada bahan pengganti tulang.²⁵

Penggunaan Periosteum-derived Micrograft pada Sinus Floor Augmentation

Potensi periosteum-derived micrograft pada regenerasi tulang, memungkinkan aplikasi material ini pada prosedur sinus floor augmentation (Tabel 1).^{11,12} Sebuah serial kasus oleh Paolin et al (2023) mengevaluasi

penggunaan periosteum-derived micrograft pada sinus floor augmentation yang dilakukan pada 5 pasien berusia 36-71 tahun. Micrografts diperoleh dengan alat medis Rigeneracons yang menghasilkan suspensi dari fragmen jaringan pada ukuran 80 µm dan terdiri dari sel-sel progenitor didalam matrix ekstraselulernya serta secara fisiologis diperkaya dengan growth factor. Pada kasus ini digunakan material PLGA (Fisiografit) yang merupakan polimer yang biokompatibel dan biodegradable dan telah digunakan secara luas untuk rekayasa jaringan dan drug delivery system application.¹²

Tabel 1. Penggunaan Periosteum-derived Micrograft pada Sinus Floor Augmentation

Studi	Desain Studi	Scaffold	Kontrol	Jumlah Pasien/Lokasi Graft	Follow up	Temuan Utama
Paolin et al ¹²	Case Series	PLGA	-	5 pasien	7 tahun	PD ≤ 5 mm Survival dan success rate = 100%. MBL < 1,5 mm
Baena et al ¹¹	Controlled Clinical Trial	PLGA/HA	PLGA/HA BioOss	24 pasien	4 bulan	Gambaran histologis menunjukkan proses osifikasi pada kelompok periosteum-derived micrograft meningkat dibandingkan kelompok PLGA/HA dan BioOss
Lupi et al ¹³	Case Report	PLGA-HA	-	1 pasien	3 tahun	Stabilitas graft dan regenerasi tulang baik, keberhasilan rehabilitasi.

Seluruh pasien diberikan antibiotik profilaksis dengan 2g amoxicillin sebelum menerima anestesi lokal (Articaine 4 % dengan 1:200,000 epinefrin). Sinus lift augmentation dilakukan dengan teknik lateral window dengan pembukaan flap dan dengan penggunaan piezosurgery dengan memasukkan tip OT5, dan pada situasi penyembuhan submerged. Periosteum-derived micrografts didapatkan dengan mengambil fragmen dari jaringan dari mukosa palatal bagian dalam atau alveolar periosteum dengan scalpel atau biopsi dan dilakukan disintegrasi melalui alat Rigeneracons dengan menambahkan 1 ml larutan saline. Larutan micrograft digunakan untuk menyerap granulasi Fisiografit yang kemudian digunakan untuk mengisi jendela yang telah dipersiapkan. Setelah itu, reposisi flap dilakukan dengan penjahitan tunggal, dan pasien diberikan terapi antibiotik selama 7 hari paska bedah dan dibilas menggunakan chlorhexidine digluconate 0.2 % selama 4 minggu, dua

kali sehari. Jahitan diangkat setelah 2 minggu paska bedah.¹²

Secara klinis, penggunaan periosteum micrograft bersama dengan PLGA menunjukkan hasil klinis yang baik. Pada seluruh kasus, kedalaman probing periodontal berada pada kedalaman fisiologis (≤ 5 mm), tidak terdapat tanda peradangan seperti bengkak dan kemerahan juga perdarahan saat probing. Survival dan success rate pada penelitian tersebut mencapai 100%. Kehilangan tulang marginal dievaluasi dan tercatat dibawah 1,5 mm pada masing-masing waktu. Laporan kasus tersebut memperlihatkan regenerasi tulang selama bedah augmentasi sinus lift menggunakan periosteum-derived micrograft dan PLGA merupakan prosedur dengan hasil yang dapat diprediksi dalam jangka panjang.¹²

Studi lain, oleh Baena¹¹ mengevaluasi kemampuan autologous periosteum-derived micrografts dan Poly(lactic-co-glycolic acid) (PLGA) yang disuplementasi

oleh hydroxyl apatite (HA) untuk merangsang augmentasi tulang pada prosedur sinus lift. Prosedur sinus lift dilakukan pada 24 pasien berusia 45-64 tahun dengan kriteria inklusi kebutuhan protesa dengan dukungan implan, tidak memiliki penyakit sistemik dan menjalani perawatan oral hygiene oleh profesional 1 minggu sebelum bedah serta berkumur dengan chlorhexidine 0,2% setelah menyikat gigi. Pada studi tersebut pasien dibagi menjadi 3 kelompok berdasarkan prosedur sinus lift yang akan dilakukan, yaitu kelompok A (Alos + periosteum-derived micrografts (PM)); kelompok B (Alos); kelompok C (Bio-Oss R ; Geistlich Biomaterials, Wolhusen, Switzerland). Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan autologous periosteum micrograft dan Poly(lactic-co-glycolic acid) (PLGA) yang diperkaya dengan hydroxyl apatite (HA) dapat meningkatkan pembentukan tulang pada prosedur sinus lift augmentation yang diperlukan untuk pemasangan implan gigi. Studi ini menemukan bahwa regenerasi tulang lebih cepat ketika prosedur dilakukan dengan menggunakan periosteum micrograft dan Alos, dibandingkan dengan Alos atau Bio-Oss saja. Studi ini menunjukkan bahwa periosteum-derived micrograft dapat digunakan untuk meningkatkan tingkat keberhasilan pemasangan implan gigi.¹¹

Penggunaan periosteum-derived micrograft secara klinis menunjukkan efektifitas material tersebut pada proses regenerasi tulang,^{8,11,12} sehingga dapat digunakan sebagai alternatif dari bahan regeneratif pada maxillary sinus floor augmentation.^{11,12} Penggunaan periosteum-derived micrograft pada perawatan sinus floor augmentation menunjukkan hasil yang menjanjikan dengan penilaian klinis dan histologis yang baik hingga jangka panjang.^{11,12}

Micrograft merupakan material autologous, sehingga minim potensi penolakan dari tubuh. Periosteum yang merupakan asal dari micrograft ini juga mengandung sel-sel osteogenik yang berperan penting pada proses regenerasi tulang.²⁶ Sel-sel osteogenik yang terdapat pada periosteum-derived micrograft memiliki potensi yang serupa dengan sifat osteogenik yang dimiliki autologous bone graft, dengan keunggulan pengambilannya dapat dilakukan pada area bedah tanpa adanya kebutuhan area donor tambahan.

Faktor-faktor yang diekspresikan periosteum-derived micrograft, diantaranya WNT-16, periostin, marker stem sel mesenkimal, faktor pro-angiogenik serta gen β -catenin berperan pada proses regenerasi tulang dengan mempengaruhi diferensiasi dan maturasi osteoblast.^{9,14-16} Hal ini menunjukkan potensi osteoinduktif dari micrograft dan menjelaskan presentasi pembentukan tulang yang lebih tinggi dibandingkan Bio-Oss®.⁵

Studi mengenai penggunaan material ini masih sangat terbatas, sehingga perlu dilakukan studi klinis yang lebih mendalam mengenai penggunaan periosteum-derived micrograft ini khususnya pada prosedur maxillary sinus floor augmentation. Kebutuhan penggunaan alat khusus pada pembuatan material ini juga perlu dipertimbangkan efektifitasnya, khususnya dari segi biaya dan waktu yang diperlukan untuk aplikasi dibandingkan dengan material regeneratif lain.

SIMPULAN

Periosteum-derived micrografts memiliki potensi yang baik dan dapat digunakan pada perawatan sinus floor augmentation untuk meningkatkan regenerasi tulang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Liu R, Yan M, Chen S, Huang W, Wu D, Chen J. Effectiveness of platelet-rich fibrin as an adjunctive material to bone graft in maxillary sinus augmentation: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Biomed Res Int* 2019; 2019: 7267062. doi:10.1155/2019/7267062
2. Bansal D, Chittamuru D, Reddy N. Sinus lift up procedures in dental implants: systematic review & meta analysis. *Eur J Mol Clin Med* 2021; 7(9): 3062-3071.
3. Starch-Jensen T, Jensen JD. Maxillary sinus floor augmentation: a review of selected treatment modalities. *J Oral Maxillofac Res* 2017; 8(3): 1-13. doi:10.5037/jomr.2017.8303

4. Katsuyama H, Jensen S. ITI Treatment Guide Vol.5 (Sinus Floor Elevation Procedure). (Chen S, D B, D W, eds.). USA: Quintessence Publishing Co,Ltd; 2011.
5. Alkaabi SA, Alsabri GA, Natsir Kalla DS, et al. Regenerative graft materials for maxillary sinus elevation in randomized clinical trials: A meta-analysis. *Adv Oral Maxillofac Surg.* 2022; 8(8): 100350. doi:10.1016/j.adoms.2022.100350
6. Schmidt AH. Autologous bone graft: Is it still the gold standard? *Injury* 2021; 52: S18-S22. doi:10.1016/j.injury.2021.01.043
7. Wu D, Zhou L, Lin J, Chen J, Huang W, Chen Y. Immediate implant placement in anterior teeth with grafting material of autogenous tooth bone vs xenogenic bone. *BMC Oral Health* 2019;1 9(1): 1-11. doi:10.1186/s12903-019-0970-7
8. d'Aquino R, Trovato L, Graziano A, et al. Periosteum-derived micro-grafts for tissue regeneration of human maxillary bone. *J Transl Sci* 2016; 2(2): 125-129. doi:10.15761/jts.1000128
9. Mahardawi B, Tompkins KA, Mattheos N, Arunjaroenasuk S, Pimkhaokham A. Periosteum-derived Micrografts for bone regeneration. *Connect Tissue Res* 2023; 00(00): 1-13. doi:10.1080/03008207.2023.2206489
10. Agata H, Asahina I, Yamazaki Y, Uchida M, Shinohara Y, Honda MJ, Kagami H, Ueda M. Effective Bone engineering with periosteum-derived cells. *J Dent Res* 2007; 86(1): 79-83. doi: 10.1177/154405910708600113.
11. Baena RR, D'Aquino R, Graziano A. Autologous periosteum-derived micrografts and PLGA/HA enhance the bone formation in sinus lift augmentation. *Front Cell Dev Biol* 2017; 5(9): 1-7. doi:10.3389/fcell.2017.00087
12. Paolin E, Ceccarelli G, Rodriguez Y Baena R, D'Urso L, Todaro C, Lupi SM. Long-term results of autologous periosteum-derived micro-grafts with poly(lactic-go-glycolic acid) in sinus lift augmentation surgeries: A 7-years follow-up observational study. *Int J Surg Case Rep* 2023; 106(2): 108153. doi:10.1016/j.ijscr.2023.108153
13. Lupi SM, Rodriguez y Baena A, Todaro C, Ceccarelli G, Rodriguez y Baena R. Maxillary sinus lift using autologous periosteal micrografts: A new regenerative approach and a case report of a 3-year follow-up. *Case Rep Dent* 2018; 2018: 3023096. doi: 10.1155/2018/3023096.
14. Gori F, Lerner U, Ohlsson C, Baron R. A new WNT on the bone: WNT16, cortical bone thickness, porosity and fractures. *Bonekey Rep* 2015; 4(5):1-6. doi:10.1038/bonekey.2015.36
15. Zheng HF, Tobias JH, Duncan E, et al. WNT16 influences bone mineral density, cortical bone thickness, bone strength, and osteoporotic fracture risk. *PLoS Genet* 2012; 8(7): 1-13. doi:10.1371/journal.pgen.1002745
16. Du J, Li M. Functions of periostin in dental tissues and its role in periodontal tissue regeneration. *Adv Exp Med Biol* 2019; 1132: 63-72. doi:10.1007/978-981-13-6657-4_7
17. Komori T. Signaling networks in RUNX2-dependent bone development. *J Cell Biochem* 2011; 112(3): 750-755. doi:10.1002/jcb.22994
18. Ceccarelli G, Graziano A, Benedetti L, et al. Osteogenic potential of human oral-periosteal cells (pcs) isolated from different oral origin: An in vitro study. *J Cell Physiol* 2016; 231(3): 607-612. doi:10.1002/jcp.25104
19. Newman MG, Takei HH, Klokkevold PR, Carranza FA. Newman and Carranza's Clinical Periodontology. 13th ed. Amsterdam: Elsevier Inc.; 2019.
20. Lang NP. Clinical Periodontology and Implant Dentistry 6th Edition. USA: Wiley Blackwell; 2015.
21. Bathla SC, Fry RR, Majumdar K. Maxillary sinus augmentation. *J Indian Soc Periodontol* 2018; 22(6): 468-473.
22. Yang J, Xia T, Wang H, Cheng Z, Shi B. Outcomes of maxillary sinus floor augmentation without grafts in atrophic maxilla: a systematic review and meta-analysis based on randomized controlled trials. *J Oral Rehabil* 2018; 46(3): 282-290. doi:10.1111/joor.12753

23. Al-Noori NM, Makawi FA. Techniques and graft materials used in maxillary sinus lift procedure for dental implant placement. *Eur J Dent Oral Heal* 2022; 3(4): 6-10. doi:/10.24018/ejdent.2022.3.4.198
24. Canellas JVDS, Drugos L, Ritto FG, Fischer RG, Medeiros PJD. Xenograft materials in maxillary sinus floor elevation surgery: a systematic review with network meta-analyses. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2021; 59(7): 742-751. doi:10.1016/j.bjoms.2021.02.009
25. Lavigne SE. Evolving evidence for relationships between periodontitis and systemic diseases: Position paper from the Canadian Dental Hygienists Association. *Can J Dent Hyg* 2022; 56(3): 155-171.
26. Khan WS, Rayan F, Dhinsa BS, Marsh D. An osteoconductive, osteoinductive, and osteogenic tissue-engineered product for trauma and orthopaedic surgery: How far are we? *Stem Cells Int.* 2012; 2012: 236231. doi: 10.1155/2012/236231.