

テンティングスクリューによる骨造成：獲得量と追加効果を区別する。

主文・表・図注の日本語訳（原図・補足資料は原著参照）

原題：Tenting screw (tent pole) technique in vertical and horizontal alveolar ridge augmentations: a systematic review and meta-analysis

原著者：Bita Sarfaraz; Reza Amid; Ali Azadi; Mahdi Kadkhodazadeh; Amir-Ali Yousefi-Koma

掲載誌：Maxillofacial plastic and reconstructive surgery。原著公開日：2026-08-14。DOI：
<https://doi.org/10.1186/s40902-026-00522-y>。PMID：42599344。

原文：<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC13476430/>

© The Author(s) 2026。原著はCC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) で公開されています。本訳は同ライセンスに基づく日本語への翻訳・改編です。原著者・出版社による公式訳または承認を意味しません。翻訳部分もCC BY 4.0で提供します。

日本語訳：歯科論考、2026-09-15。AIによる非公式翻訳、歯科医師未監修。個別の診断・治療の指示ではありません。

掲載範囲：抄録、主文、全表の文字・数値、全図注、声明、参考文献（書誌事項は原語を保持）。原図、図中の文字、別ファイルの補足資料は含みません。以下の研究方法・治療条件・推奨表現は原著の記述の翻訳であり、本サイト独自の推奨ではありません。

訳注：考察の術後期間比較では水平増大量に有意差なし（ $P=0.13$ ）と記す一方、結果と次段落は有意差あり（ $P=0.00$ ）と記す。 $P=0.05$ を有意とする記述と方法の $P<0.05$ 、研究内訳のコホート / 症例集積呼称、表1への参照にも不一致があり原文を保持した。原文の $P=0.00$ はそのまま表記し、真の確率ゼロとは解釈しない。検索式は原語を保持。補足表1・2は別ファイルで本訳対象外。原文の優位性・合併症回避の主張は研究間比較であり、サイトによる治療推奨ではない。

抄録

目的

垂直的・水平的歯槽堤増大における空間維持のためのテンティングスクリュー / テントポール法を概説する。

方法

プロトコルをPROSPERO (CRD420251178321) に登録し、PRISMA-2020ガイドラインを適用した。PubMed経由Medline、Web of Science、Scopus、Embase、Cochrane Libraryを検索・スクリーニングした。患者10人以上の無作為化・非無作為化ヒト研究を適格とした。全解析にランダム効果モデルを使用した。出版バイアスリスクはファンネルプロットとEgger検定で評価した。統計解析はすべてSTATA 17.0で実施した。

結果

無作為化4件、非無作為化7件、コホート13件を採用し、23件をメタ解析に選択した。テンティングスクリュー / テントポールを唯一の空間維持法とした場合、全体の垂直的・水平的骨増大量はそれぞれ5.43 mm (95% CI : 3.79-7.07)、3.62 mm (95% CI : 3.21-4.02) であった。増骨とインプラント埋入を同時に行う1段階法は2段階法より垂直的増大量が有意に大きかった ($P=0.03$)。補助移植骨材料・粒子について、自家骨 (異種骨の併用有無を問わず) は同種骨 (異種骨の併用有無を問わず) より垂直的増大量が有意に大きかった ($P=0.00$)。水平的再建でテンティング法と従来GBR (骨ブロックなし) を比較した5コホートでは、テンティング法が0.49 mm (95% CI : 0.00-0.97) 有意に優れていた ($P=0.05$)。GRADEの確実性は中等度であった。いずれの解析にも出版バイアスの徴候はなかった (順に $P=0.75$ 、 $P=0.75$ 、 $P=0.23$)。

結論

テントポール法は、オンレー骨ブロックやチタンメッシュの複雑さ、および手術・治療の合併症を伴わず空間を維持する方法として望ましい。信頼できる結論にはさらにRCTが必要である。

補足情報

オンライン版には10.1186/s40902-026-00522-yで利用可能な補足資料がある。

キーワード：テンティングスクリュー、テントポール法、テントポールスクリュー：歯科インプラント、歯槽堤増大

緒言

高齢化に伴い無歯顎の有病率は増加すると予想され、その治療では歯科インプラントがゴールドスタンダードとみなされてきた [1, 2]。多くの場合、抜歯後はほぼ直ちに垂直・水平方向の歯槽堤萎縮が始まり [3, 4]、幅と高さが失われる [5, 6]。高度に垂直的・水平的萎縮した部位への埋入は歯科で最も困難な処置の一つである [7]。審美的結果と長期予後の改善に骨増大技術が求められる [8, 9]。特に外傷や既存骨欠損では加齢とともに増骨の必要性が高まる [10]。

大きな骨欠損の再生では「軟組織マトリックス」の陥没が主な課題であり、移植骨の吸収・移動を招く。骨膜とその下の骨の間に空間を維持して移植材吸収を防ぐには、拡張した軟組織の適切な外科管理が必須である [11]。骨誘導再生 (GBR) は、膜を障壁として空間を維持し、隣接骨の細胞が進入して新生骨を形成できるようにする外科手順であり、増大部から軟組織を排除する [12, 13]。萎縮顎の歯槽骨再生と大きな顎骨欠損再建を目的とする [14]。チタン補強非吸収性膜 (ポリテトラフルオロエチレン [PTFE] 膜など)、チタンメッシュ、骨ブロック、さらには歯科インプラントなど様々な方法で空間を維持できる [15-20]。GBRは広く受け入れられているが、軟組織圧下で安定した再生空間を確保・維持することは依然重要な課題である [21, 22]。

空間維持のためのテンティング / テントポール法は1993年にFugazzottoが初めて報告した。人工骨と凍結乾燥同種移植骨の混合物を歯槽堤欠損に置き、標準的テンティングスクリューで空間構造を保持した [23]。本法では、広い頭部または通常サイズの頭部を持つスクリューを増大部の上方に垂直・水平・斜めに配置する。最大増骨を得るため骨粒子・材料を過剰充填できるよう、欠損から十分離して設置する。傘のように働き、移植材の動きを減らし、線維性骨を外部軟組織圧から保護して増大部の形と大きさを維持する。技術的に簡便で患者の忍容性も良く、広く用いられる [11, 13, 24-30]。開放法では欠損にスクリューを入れ、周囲に移植骨を充填して吸収性コラーゲン膜で覆う [31, 32]。通常のヒーリング / 暫間アバットメントの代

わりに広頭テントポールアバットメントを使うこともできる。多くは1段階手術で、その頭部をインプラント頭部より2-4 mm上方に置き、垂直挿入したテンティングスクリューのように機能させる [33]。

多数の原著研究が歯槽堤増大における有効性を検討してきたが、著者らの知る限り最近の包括的系統的レビューはない。本レビュー・メタ解析は、垂直的・水平的歯槽堤増大でテンティング / テントポールスクリューを唯一の空間維持法として用いたすべてのヒト無作為化・非無作為化研究を集める目的で計画・実施した。従来GBRとの比較がある場合も対象とした。

材料と方法

PRISMA 2020ガイドライン [34] に従い、詳細プロトコルをPROSPEROのCRD420251178321に登録した。PICOによる研究疑問は、歯槽骨喪失のあるヒト患者 (P) において、テンティングスクリュー / テントポール法 (I) は他の従来骨再生法 (C) と比較し、垂直的・水平的歯槽堤増大の成功 / 失敗 (O) にどのような影響を与えるか、である。

適格基準

あらかじめ定めた以下のPICO選択基準により適格性を判断した。

対象：垂直的・水平的歯槽堤萎縮のある成人。

介入とアウトカム：歯槽堤増大におけるテンティングスクリュー使用と、その成功 / 失敗の短期 (<12か月) ・長期 (>12か月) 評価。

比較：テンティングスクリューと他の増骨法の結果比較。

研究デザイン：患者10人未満の症例報告・症例集積を除く、あらゆる無作為化・非無作為化のヒト原著臨床研究。歯科インプラントのアバットメントに統合されたスクリューも含めた。骨粒子、多血小板フィブリン / 血漿 (PRF/PRP) 、コラーゲン膜などとの併用も含めた。ただし空間維持材としてのスクリュー自体の効果を検討する目的から、骨ブロック、チタンメッシュなど軟組織陥没を防ぐ構成物を使う研究は除外した。

検索戦略と情報源

PubMed、Scopus、Embase、Web of Science、Cochraneで2026年4月02日までの論文を電子検索した。出版開始日の制限は設けず、英語論文のみ含めた。各データベースの検索語と検索式を表1に示す。

表 1

検索式

データベース	日付	検索式	結果
PubMed	2026年4月02日	(tenting screw) OR (tent pole) OR (space maintaining screw) OR (tent screw) OR (tenting pole)	313
Web of Science	2026年4月02日	TS=("tenting screw" OR "tent pole" OR "space maintaining screw" OR "tent screw" OR "tenting pole")	70
Scopus	2026年4月02日	TITLE-ABS-KEY("tenting screw" OR "tent pole" OR "space maintaining screw" OR "tent screw" OR "tenting pole")	119
Embase	2026年4月02日	('tenting screw':ti, ab, kw OR 'tent pole':ti, ab, kw OR 'space maintaining screw':ti, ab, kw OR 'tent screw':ti, ab, kw OR 'tenting pole':ti, ab, kw)	75
Cochrane	2026年4月02日	("tenting screw" OR "tent pole" OR "space maintaining screw" OR "tent screw" OR "tenting pole")	22

研究の選択

2人の評価者 (BS、AY) が独立して選択基準に従い題名・抄録をスクリーニングし、続いて全文を詳細に確認した。不一致は第3評価者 (RA) の判断で解決した。

データ抽出

2人の評価者 (BS、AY) が独立して採用研究を抽出・整理した。不一致は合意または第3者 (RA) の裁定で解決した。抽出項目は著者、出版年、研究種類、標本数、参加者属性 (性別・年齢など)、目的、研究群、欠損部位・寸法、処置、テンティングスクリューとインプラントの特性 (形状、長さ、頸部幅など)、評価方法・期間、結果 (骨再生、インプラント生存率など) であった。

質の評価

ヒトRCTにはCochrane ROB-2 [35]、非無作為化研究・コホートにはROBINS-I V2 [36] を用いて潜在的バイアスを評価した。症例集積にはJBIチェックリスト [37] を用いた。2人 (BS、AY) が独立して質を評価し、不一致は第3評価者 (RA) が解決した。

確実性の評価

比較研究の統合エビデンスと推奨の全体的確実性は、GRADE (Grades of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation) 法 [38] で評価した。

データ統合

3研究以上を統合できる場合、制限付き最尤法 (REML) によるランダム効果モデルで統合効果量を推定した。I²乗で研究間の統計学的異質性を評価し、60%超を大きい異質性、40%から60%を中等度とした。各研究の効果と統合推定値をフォレストプロットに示した。メタ回帰で年齢、性別、欠損寸法、評価期間が垂直的・水平的増大量に及ぼす影響を計算した。サブグループに2研究以上ある場合に解析を計画し、評価期間、移植材・膜の種類、PRF/PRP併用、埋入の段階数 (1段階対2段階) を検討した。Egger線形回帰とファンネルプロットで出版バイアスを評価した。全解析にSTATA® 17.0 (StataCorp LP, Lakeway Drive, College Station, TX, USA) を用い、P<0.05を有意とした。

結果

研究の選択

初回電子検索で600件を得た。事前適格基準による題名・抄録スクリーニング後、60論文を全文評価し、24研究を最終統合に含めた (図1)。各研究のデザイン、方法、属性、曝露特性、結果の包括的概要は表1に示す。対象年は2002-2025年: 2002 (n=1) [11]、2010 (n=1) [32]、2012 (n=1) [39]、2015 (n=1) [40]、2016 (n=1) [41]、2017 (n=2) [24, 42]、2019 (n=1) [43]、2020 (n=5) [44-48]、2021 (n=2) [49, 50]、2022 (n=1) [51]、2023 (n=2) [52, 53]、2024 (n=4) [54-57]、2025 (n=2) [33, 58]であった。

図 1

PRISMAフローチャート

研究特性

研究デザイン

採用研究はRCT 4件 [40, 45, 48, 51]、コホート13件 [11, 32, 33, 39, 41, 42, 49, 50, 53-57]、非無作為化介入研究7件 [24, 43, 44, 46, 47, 52, 58]であった (補足表1)。

人口統計学的特性

計909人を評価した。計111人を含む一部研究では性別比が不明で、残りは男性275人、女性523人、年齢18-81歳であった。2研究 [24, 42] 以外の平均年齢は、29.95 [47]、35.1 [55]、36.78±13.9 [41]、36.9 [52]、37.88±13.19 [58]、40.7±13.3 [45]、41.9 [53]、48.2 [57]、50.06 [32]、50.2±12.6 [40]、50.92±13.01 [48]、52.08±5.84 [50]、52.3±5.9 [51]、52.4 [33]、54.14±14.73 [44]、55 [56]、56.8±7.8 [49]、60.59±11.36 [43]、60.96±11.73 [46]、62 [39]、65歳 [11]であった。1研究では男性52.32±15.11歳、女性56.71±13.06歳を別記した [54]。

研究群

17研究はテンティング構造を他法と比較しなかった [11, 32, 33, 39-43, 46, 49, 50, 53-58]。残り7研究の対照は、L-PRF膜併用自家骨ブロック [48]、個別製作セラミック膜 [51]、i-PRFで凝集したDBBMとPRF膜を使う標準スクリュー [45]、鈣化FDBAとウシ由来粒状ハイドロキシアパタイトを併用するトンネル法および開放PTFE法（後者はチタン補強PTFE膜を追加） [24]、Bio-Oss骨補填材・自家骨ブロック・コラーゲン膜 [52]、DBBM・粒状自家骨・コラーゲン膜による従来GBR [44]、自家骨ブロック、吸収性コラーゲン膜、異種骨ミネラル移植材と自家血の混合物によるin situ骨リング法 [47] であった。

これらのテンティング群では、L-PRF膜と粒状同種骨・i-PRF混合物 [48]、粒状ナノ骨移植材（人工骨）とコラーゲン膜 [51]、PRF膜とi-PRF凝集DBBM・i-PRF混合物 [45]、吸収性コラーゲン膜と鈣化FDBA・ウシ由来粒状ハイドロキシアパタイト混合物 [24]、Bio-Oss骨補填材・自家骨粒子・コラーゲン膜 [58]、DBBM・粒状自家骨・吸収性コラーゲン膜 [44]、自家血・異種骨ミネラル混合物 [47] などをスクリューと併用した。

歯槽骨欠損

欠損の種類

垂直欠損のみ10研究 [11, 32, 33, 39, 42, 48, 50, 51, 55, 56]、水平欠損12研究 [24, 40, 41, 43-47, 49, 52, 57, 58]、垂直・水平両欠損1研究 [53] であった。別の1研究は垂直（ $n=25$ ）、水平（ $n=167$ ）、複合（ $n=36$ ）を報告した [54]。

欠損部位

欠損部位は下顎臼歯部（ $n=6$ ） [33, 48-51, 53]、下顎前歯部（ $n=1$ ） [39]、上顎前歯部（ $n=4$ ） [41, 45, 47, 58]、上下顎前歯部（ $n=1$ ） [55] であった。顎単位のための報告は下顎のみ（ $n=1$ ） [11]、上下顎（ $n=4$ ） [40, 54, 56, 57] であった。5研究が部位（下顎・上顎・前歯・臼歯）別分布を報告した [32, 40, 44, 46, 52]。全体で下顎欠損を17研究 [11, 32, 33, 39, 40, 44, 46, 48-57]、上顎欠損を13研究 [32, 40, 41, 44-47, 52, 54-58] が報告した。

欠損の大きさ

14研究の欠損寸法は様々で、 >5 mm [33, 53]、5 mm [51]、3 mm [43, 46]、3-5 mm [50, 52]、4 mm [44, 45, 49]、3-6 mm [24]、 >7 mm [32]、9-11 mm [11] などであった。1研究は平均7 mm（5-12 mm）と報告した [55]。2研究 [47, 57] はCawood-Howell分類 [59] に基づき、幅3-6 mmの水平クラスIV欠損 [47]、3-4 mmのクラスIVまでの水平欠損 [57] を報告した。同分類のクラスIVは高さが十分で幅が不足するナイフエッジ型歯槽堤を指す [59]。別の研究 [58] はBenic分類 [60] のクラス2・3、寸法4 mmの水平欠損を含めた。

手術手順

5研究は増骨と埋入を同時に行う1段階法 [11, 33, 39, 41, 58]、残り19研究は歯槽堤回復後に埋入する2段階法を用いた。平均間隔は4か月（ $n=1$ ） [49]、4-5か月（ $n=1$ ） [32]、4-8か月（ $n=1$ ） [52]、6か月（ $n=3$ ） [40, 47, 48]、9か月（ $n=1$ ） [45]、9.3か月（ $n=1$ ） [55]、10か月（ $n=1$ ） [53] であった。1研究は移植材により群ごとに6または9か月とした [54]。9研究は正確な間隔を報告しなかった [24, 42-44, 46, 50, 51, 56, 57]。

テンディングスクリュー

5研究がテントポール構造の総数を報告し、2研究でテンディングスクリュー493本 [45, 54]、3研究でテント構造としてインプラントアバットメント517本 (11,39,58) を使用した。17研究のスクリーブランドは Meisinger BTX100 Screw System [48]、Salvin Dental Specialties [43]、Antonhib [50]、Neodent (n = 4) [44, 45, 52, 58]、Artfix Implants [49]、Stryker [57]、Pro-fix (n = 3) [24, 40, 47]、WY Biomedical Co [56]、Ustomed-Schirmschrauben, Geistlich [54]、Biotem Implant [33]、KLS Martin, Jacksonville, FL [32]、LeForte system, Jeil medical [55] であった。3研究のテントポール用インプラントは Straumann (n = 2) [39, 58]、Xive (Friadent GmbH) [39]、Biotem Implant [33]、Nobel [58]、Astra [58] であった。

構造寸法について10研究のスクリーヘッド径は1.5 mm [52, 58]、3 mm [56]、3.5 mm [44]、3.84±0.02 mm [45]、4 mm・5 mm [54]、6 mm [53, 54]、8・10 mm [53]、6-8 mm [33]、テントポールアバットメントヘッド径は3.8 mm [39]、4.1 mm [39]、4 mm [11] であった。14研究の長さはスクリーで1.2 mm [55]、6 mm [43, 46]、7 mm [45, 53]、7.9 mm [50]、8・10 mm [44, 54]、9 mm [51, 53]、11 mm [53]、12 mm [54]、13 mm [53, 54]、15 mm [53]、7-10 mm [52, 58]、12-14 mm [33]、5-12 mm [57]、テントポール用インプラント / アバットメントで2 mm [33, 58]、12-14 mmおよび13-15 mm [39]、15 mm [11] であった。

補助的増骨材料

非比較研究でスクリーと併用した材料は、脱タンパクウシ骨ミネラル (DBBM) と吸収性コラーゲン膜 [53]、粒状鉱化凍結乾燥同種骨 (FDBA) ・ウシ異種骨と吸収性コラーゲン膜または無細胞真皮マトリックス (単独またはrhPDGF-BB / PRP併用) [46]、鉱化FDBA・ウシ由来粒状ハイドロキシアパタイト異種骨・同種骨と吸収性コラーゲン膜または無細胞真皮マトリックス、あるいはウシコラーゲンスポンジと合成粒状移植材 (ステロイド使用・非使用患者) [43]、吸収性コラーゲン膜・L-PRF膜と異種骨補填材・分割PRF膜混合物 [49]、バフィーコート・粒状同種骨 (DFDBA) ・吸収性コラーゲン膜・A-PRF膜 (自家フィブリン膜) [57]、FDBA同種骨と無細胞真皮マトリックスGBR膜 (単独または粒状自家骨併用) [40]、架橋コラーゲン膜と鉱化同種骨 (FDBA) または異種骨、または同種骨・異種骨 (DBBM) 混合物 [56]、天然コラーゲン膜とA-PRF膜・I-PRF混合物、および自家骨単独、自家骨・異種骨、または同種max graftの粒状移植材 [54]、吸収性コラーゲン膜と粒状鉱化同種骨・自家血混合物 [32]、βリン酸三カルシウム合成骨・自家血混合物 [42]、粒状鉱化同種骨と吸収性異種心膜 [41]、架橋コラーゲン膜と自家骨・DBBM併用 [55] であった。

4研究はインプラントをテントポールとして用いた。そのうち2研究ではテント構造はインプラントのみで、他に自家海綿骨とTisselフィブリン接着剤 [39]、自家骨とPRP [11] を使用した。1研究は通常の無歯顎堤にテンディングインプラントを使用し、下歯槽神経損傷回避のため埋入しない最重度欠損には広頭スクリーを適用した。他の材料は粘着性ウシ骨、吸収性コラーゲン膜、濃縮成長因子 (CGF) 膜、自家骨とCGF由来フィブリン接着剤からなる粘着性自家骨であった [33]。別の研究は従来GBRとスクリー法を比較し、両群でヒーリングアバットメントをテント状支持に使用した。GBR群はDBBM・粒状自家骨・コラーゲン膜、スクリー群は同一材料にスクリーを追加した [58]。1研究はミニスクリー、人工骨、PRF膜、Hypro-Sorb吸収性コラーゲン膜を用いた [50]。

歯科インプラント

11研究が正確な本数を報告し、合計1,039本であった [11, 32, 39, 40, 42, 48, 49, 52-54, 58]。9研究のブランドはBio3 Implants [48]、Zimmer (n = 2) [32, 49]、Straumann (n = 4) [32, 39, 47, 58]、Xive (Friadent GmbH) [39]、Biotem Implant [33]、BioHorizons (n = 2) [32, 55]、Nobel [58]、Astra (n = 3) [32, 54, 58]、MIS [55] であった。

アウトカム

合併症

17研究が合併症を報告した [11, 32, 33, 39-45, 47-49, 51, 52, 55, 58]。治癒関連 (n = 15) [11, 32, 33, 39-45, 49, 51, 52, 55, 58]、手術関連 (n = 2) [47, 48]、インプラント関連 (n = 4) [11, 39, 41, 58] であった。移植材喪失のため研究から除外された報告は2症例のみであった [50]。

骨増大量

平均垂直的骨増大量は1.72-10.2 mmで、1研究は高さ変化率を報告した。水平的増大量は 2.35 ± 1.64 - 4.72 ± 2.06 mmであった。詳細な増大量と信頼区間 (CI) はメタ解析節に示す。

質の評価

4RCTのROB-2評価では2研究が低リスク、他の2研究は軽度の懸念があった (図2)。13症例集積にはJBIチェックリストを使用し、すべて本レビューへの採用に必要な最低基準を満たした (図3)。7コホート・非無作為化臨床研究にはROBINS-I V2を用い、3研究は全体として中等度のリスク、他の4研究には全体的バイアスの徴候がなかった (図4)。

図 2

無作為化研究のROB-2評価ツール

図 3

症例集積のJBIチェックリスト

図 4

非無作為化研究・コホートのROBINS-I V2評価ツール

確実性の評価

水平的歯槽骨増大量についてテンティングスクリュー / テントポール法と従来GBR (骨ブロックなし) を比較した5コホートのGRADE評価は中等度であった。深刻なバイアスリスク、非一貫性、非直接性はなかったが、深刻な不精確性が認められた (補足表2)。

メタ解析

垂直的骨増大量

初期欠損寸法、欠損部位数、最終垂直的骨増大量 (mm) の平均・SDに基づき12研究 [11, 32, 33, 39, 42, 48, 50, 51, 53-56] を解析に選択した。全体平均は5.43 mm (95% CI : 3.79-7.07、 $P = 0.00$)、異質性 $\tau^2 = 8.30$ 、 $I^2 = 99.56\%$ であった (図5)。ランダム効果メタ回帰では年齢・性別との有意な相関はなかった (順に $P = 0.31$ 、 $P = 0.06$) が、欠損寸法 (係数1.05、95% CI : 0.99-1.12) と評価期間 (係数0.39、95% CI : 0.04-0.73) は有意な指標であった (順に $P = 0.00$ 、 $P = 0.027$)。手術段階数では1段階法8.34 mm (95% CI : 6.12-10.55) が2段階法4.99 mm (95% CI : 3.05-6.93) より有意に大きかった ($P = 0.03$ 、 $\tau^2 = 7.95$ 、 $I^2 = 99.57\%$) (図6)。骨粒子の種類では同種骨単独が2.46 mm (95% CI : 1.81-3.11) と有意に最小であった ($P = 0.00$) (図7)。自家骨単独8.26 mm (95% CI : 4.44-12.08) と自家骨 + 異種骨7.37 mm (95% CI : 5.15-9.60) は、同種骨単独2.46 mm (95% CI : 1.81-3.11)、同種骨 + 異種骨4.35 mm (95% CI : 3.84-4.87) より有意に大きかった ($P = 0.00$ 、 $\tau^2 = 7.83$ 、 $I^2 = 99.54\%$) (図7)。

図 5

テンティングスクリューによる平均垂直的骨増大量

図 6

手術段階数別のテンティングスクリューによる平均垂直的骨増大量

図 7

移植材の種類別のテンティングスクリューによる平均垂直的骨増大量

増大部上方のコラーゲン膜について、非架橋吸収性膜5.54 mm (95% CI : 3.09-7.98) と架橋吸収性膜5.35 mm (95% CI : 3.83-6.88) の最終垂直的増大量に有意差はなかった ($P = 0.90$ 、 $\tau^2 = 6.76$ 、 $I^2 = 99.12\%$) (図8)。PRF/PRP併用4.09 mm (95% CI : 1.05-7.13) と非併用6.10 mm (95% CI : 4.20-8.01) にも有意差はなかった ($P = 0.27$ 、 $\tau^2 = 8.30$ 、 $I^2 = 99.56\%$) (図9)。評価期間では術後最初の12か月4.51 mm (95% CI : 2.65-6.38) と12か月以降7.25 mm (95% CI : 4.63-9.88) に有意差はなかった ($P = 0.10$ 、 $\tau^2 = 8.30$ 、 $I^2 = 99.56\%$) (図10)。

図 8

コラーゲン膜の種類別のテンティングスクリューによる平均垂直的骨増大量

図 9

PRF/PRP併用の有無別のテンティングスクリューによる平均垂直的骨増大量

図 10

評価期間別のテンティングスクリューによる平均垂直的骨増大量

出版バイアス

垂直的歯槽堤増大のテンティングスクリュー / テントポール法評価に選んだ研究に、観察可能な出版バイアスの徴候はなかった ($P = 0.75$) (図11)。

図 11

垂直的骨増大量の解析研究の標準誤差ファンネルプロット

水平的骨増大量

水平的骨増大量の平均の解析には13研究 [40, 41, 43-47, 49, 52-54, 57, 58] を選択した。全体平均は3.62 mm (95% CI : 3.21-4.02、 $P = 0.00$ 、 $\tau^2 = 0.46$ 、 $I^2 = 92.92\%$) であった (図12)。ランダム効果メタ回帰では年齢、性別、評価期間に有意な相関はなかった (順に $P = 0.50$ 、 $P = 0.75$ 、 $P = 0.10$) が、欠損寸法 (係数 0.51、95% CI : 0.30-0.72) は有意な指標であった ($P = 0.00$)。1段階法3.24 mm (95% CI : 2.22-4.27) と2段階法3.78 mm (95% CI : 3.43-4.14) に有意差はなかった ($P = 0.33$ 、 $\tau^2 = 0.46$ 、 $I^2 = 92.92\%$) (図13)。粒子の種類では異種骨4.22 mm (95% CI : 3.97-4.46) が同種骨2.65 mm (95% CI : 1.54-3.76) より有意に大きかった ($P = 0.04$ 、 $\tau^2 = 0.50$ 、 $I^2 = 92.97\%$) (図14)。

図 12

テンティングスクリューによる平均水平的骨増大量

図 13

手術段階数別のテンティングスクリューによる平均水平的骨増大量

図 14

移植材の種類別のテンティングスクリューによる平均水平的骨増大量

水平的増大でPRF/PRP併用3.99 mm (95% CI : 3.45-4.53) と非併用3.41 mm (95% CI : 2.91-3.92) の差は有意ではなかった ($P = 0.13$ 、 $\tau^2 = 0.46$ 、 $I^2 = 92.92\%$) (図15)。報告時期では術後最初の12か月3.85 mm (95% CI : 3.54-4.16) が12か月以降2.41 mm (95% CI : 1.71-3.10) より有意に大きかった ($P = 0.00$ 、 $\tau^2 = 0.46$ 、 $I^2 = 92.92\%$) (図16)。

図 15

PRF/PRP併用の有無別のテンティングスクリューによる平均水平的骨増大量

図 16

評価期間別のテンティングスクリューによる平均水平的骨増大量

出版バイアス

水平的再建のテンティング法のメタ解析に選んだ研究に出版バイアスの徴候はなかった ($P = 0.75$) (図17)。

図 17

水平的骨増大量の解析研究の標準誤差ファンネルプロット

テンティング法と従来GBRの比較

5研究 [43, 44, 46, 47, 52] が、(A) テンティングスクリューによる水平的増大と、(B) 骨粒子 (骨ブロックなし) と従来チタンスクリューを使うGBRを比較した。最終水平的増大量の差0.49 mm (95% CI : 0.00-0.97) はテンティングスクリュー / テントポール群を支持し統計学的に有意であった ($P = 0.05$ 、 $r^2 = 0.03$ 、 $I^2 = 8.65\%$) (図18)。骨粒子種類による最終増大量の差について、同種骨 + 異種骨と自家骨 + 異種骨の差は有意ではなかった (95% CI : -0.14-1.40、 $P = 0.05$ 、 $r^2 = 0.24$ 、 $I^2 = 39.16\%$) (図19)。

図 18

テンティングスクリューと従来GBRの比較研究における平均水平的骨増大量

図 19

移植材の種類別のテンティングスクリューと従来GBRの比較研究の平均水平的骨増大量

出版バイアス

水平的再建でテンティング法と従来GBRを比較した5研究に出版バイアスの徴候はなかった ($P = 0.23$) (図20)。

図 20

テンティングスクリュー対従来GBRの水平的増大量差の解析研究の標準誤差ファンネルプロット

考察

本系統的レビュー・メタ解析は、垂直的・水平的歯槽堤増大におけるテンティングスクリューとテントポール法の効果を評価するため計画・実施した。この主題の前の系統的レビューは2017年で、10年以上前の13研究のみを含み、メタ解析は行っていなかった [61]。

テンティングスクリュー (テントポールスクリューともいう) は、GBR中に軟組織や膜 (コラーゲン膜、PTFEなど) の下の再生空間を機械的に維持するため、歯槽堤に垂直・水平・斜めに挿入する一時的チタンスクリューである [62]。理想的には補助骨粒子とともに、頭部の高さまで新生骨が形成される [62, 63]。長さや頭幅には多様な寸法があり、欠損の深さ、幅、広がりにより選ぶ。頭径は軸よりやや広い2-3 mmから、通常1.3-1.8 mmの軸より大幅に広い6-8 mmまでである [62, 63]。傘状広頭型は通常、増大部に挿入する軸下半分 (根尖部) だけにねじ山がある。上半分は挿入せず、その長さは空間維持のためだけに働く [64]。上半分の平滑面は結合を防ぐ [63]。高度垂直萎縮では長さ14 mmに達する。専用広頭型に限定されず、通常頭径のスクリューを欠損の高さ・幅を超えて複数配置し、再生空間を確保して軟組織陥没を防ぐこともできる (図21) [63]。ただし頭径6-8 mmの広頭型は、頭径2-3 mmの通常チタン製より本数を減らせ、術者・患者双方にとって処置を容易にする。また新規埋入インプラントのヒーリング / 暫間アバットメントをテンティング装置として用いる術者もいる [11, 33, 39, 58]。プラットフォーム上に垂直的突出を作り、テントポールのように機能する (図22) [33]。通常フィクスチャー頭部より2-4 mm上方に置き、プラットフォーム上の過剰充填を支持する。

図 21

広頭テンティングスクリューの構造。原図はAbdullrahmanらのオープンアクセス研究「Tent-pole technique for alveolar ridge width preservation with a compromised buccal plate: a prospective cohort study」 [63] か

ら借用。

図 22

歯槽堤増大における広頭テンティングスクリュー（幅6 mm×長さ12 mm）（@）と広頭テントポールインプラントアバットメント（*）の同時使用（a）。粘着性自家骨材と粘着性ウシ骨を併用した（b、c）。膜固定タックや固定縫合を使わず、増大部上方に吸収性コラーゲン膜を置いた（d）。原図はYoonらのオープンアクセス研究「Retrospective Radiographic Evaluation of Ridge Dimensional Changes After Vertical Augmentation Using the Novel Wide-Head Tent Pole Screw Technique」[33] から借用。

テンティングスクリューおよびテントポール法の多くの利点の一つは、従来GBRの複雑さと合併症を回避できる点である。広頭スクリューは増大部上の傘として作用し、上部軟組織の穿孔・露出は10%未満なのに対し、チタンメッシュ・チタン補強膜（チタン補強高密度PTFE膜など）では約30%に組織露出・感染を生じる[22, 24, 40, 42, 65, 66]。従来法は一般に施行も難しい。多くのGBRでゴールドスタンダードとされるオンレー骨ブロックは、削って歯槽堤に適合させる必要がある。特に垂直欠損では初年度25-40%と比較的高い吸収率になりやすい[67-69]。同様にチタンメッシュ・補強膜は萎縮堤に合わせて個別作製、折り曲げ・切断が必要である[65, 66, 70, 71]。自家骨ブロックの採取部合併症リスクも、特に骨再生や軟・硬組織治癒能力が低下した高齢者では制約となり得る[72, 73]。

ヒト臨床研究24件を採用し、23件を解析した。解析研究のうち10件が垂直的のみ、11件が水平的のみ、2件が両方向の骨増大量を報告した。さらに5件がテンティングスクリュー / テントポール法を従来GBR（骨ブロックなし）と比較した。

統合垂直的骨増大量は5.43 mm（95% CI：3.79-7.07）であった。メタ回帰では欠損寸法（係数1.05、95% CI：0.99-1.12、 $P=0.00$ ）と評価期間（係数0.39、95% CI：0.04-0.73、 $P=0.027$ ）が有意な指標であった。1段階法（増骨＋同時埋入）の平均8.34 mm（95% CI：6.12-10.55）は、2段階法（増骨後、数週・数か月で埋入）の4.99 mm（95% CI：3.05-6.93）より有意に大きかった（ $P=0.03$ ）。

統合水平的増大量は3.62 mm（95% CI：3.21-4.02）で、欠損寸法（係数0.51、95% CI：0.30-0.72、 $P=0.00$ ）が有意な指標であった。1段階法3.24 mm（95% CI：2.22-4.27）と2段階法3.78 mm（95% CI：3.43-4.14）に有意差はなかった（ $P=0.33$ ）。段階数の臨床判断は欠損形態（水平・垂直・複合）、合併症リスク（露出・吸収など）、軟組織管理などによる[74]。垂直欠損は生物学的要求が高く、合併症が多く再生予測性が低いため、多くの術者は2段階を選ぶ。骨ブロック、仮骨延長、サンドイッチ骨切り、有茎骨片回転などの垂直増大の多くも2段階である[75, 76]。頬・舌側の母床骨支持欠如による骨粒子・インプラントの初期安定不足、重力・軟組織圧による移植材不安定性、中央部血管形成の困難が理由となる。本解析でテンティングスクリューが軟組織圧を遮ることが示され、1段階法の有意な優位を説明し得る。一方、水平増大は垂直欠損より予測性・信頼性が高い。残存母床骨（舌・口蓋側など）に再生材とインプラントを固定できる形態のため、1段階再建が広く容認される[77]。本結果も文献と一致して段階数による有意差を示さず、術者は1段階水平再建で良好な結果を期待でき、テンティング法で軟組織陥没・圧迫をさらに防ぎ得る。

骨粒子・ナノ粒子では、垂直増大量について自家骨8.26 mm（95% CI：4.44-12.08）と自家骨＋異種骨7.37 mm（95% CI：5.15-9.60）が、同種骨2.46 mm（95% CI：1.81-3.11）と同種骨＋異種骨4.35 mm（95% CI：3.84-4.87）より有意に大きかった（ $P=0.00$ ）。同種骨への異種骨追加も平均垂直増大量を有意に増やした（ $P=0.00$ ）。水平再建では異種骨4.22 mm（95% CI：3.97-4.46）が同種骨2.65 mm（95% CI：1.54-3.76）より有意に大きかった（ $P=0.04$ ）。しかし同種骨2.65 mm（95% CI：1.54-3.76）、同種骨＋異種骨3.91

mm (95% CI : 3.42-4.40)、自家骨 + 異種骨3.73 mm (95% CI : 2.62-4.85) 間には最終水平増大量の有意差がなかった。自家・同種・異種骨を比較した文献は多いが、ヒトRCTで有意差が示されず優劣の合意はない。一方、術者は骨形成・骨伝導・骨誘導能から自家骨を依然ゴールドスタンダードとする。本解析では異種粒子併用の有無を問わず自家骨が同種骨より有意に優れ、文献の多くが有意差を示さないにもかかわらず自家骨 (ブロックまたは粒子) が重視される理由を示す。長期ヒト研究でも骨再生率、インプラント成功・安定性の有意差は報告されていない [78]。

別のヒトRCTで同種粒子と異種粒子を比較したところ、歯槽堤増大の寸法変化・組織学的結果に有意差はなかった [79]。ただし異種骨は吸収が遅く、より長期間適切な空間を維持する可能性が報告されている [79, 80]。本解析でも水平再建では異種粒子が同種粒子より優れ、空間維持能の差が理由かもしれない。興味深いことに垂直再建では異種粒子追加で平均増大量が増えなかった一方、同種粒子に異種粒子を追加した同種骨 + 異種骨4.35 mm (95% CI : 3.84-4.87) は同種骨単独2.46 mm (95% CI : 1.81-3.11) より有意に大きかった ($P=0.00$)。異種粒子追加は自家骨の歯槽堤増大に有意な価値を加えないとするヒトRCT [81] と本解析は一致する。別のヒト組織形態計測研究では、自家骨 + 同種骨と自家骨 + 異種骨の最終増大量に有意差がなかった [82]。

垂直増大量の12研究中3研究は補助コラーゲン膜使用の有無を報告しなかった。残り9研究中6研究は吸収性非架橋膜、3研究は架橋膜を使用した。両膜の最終垂直増大量に有意差はなかった ($P=0.90$)。骨増大量や再生骨の質について、複数RCT・系統的レビューも有意差なしとしている [83-85]。ただし空間維持・力学的性質では、架橋膜は分解が遅く、機械的強度、引裂抵抗、体積安定性に優れる [86, 87]。本解析で差がなかったことは、スクリュー / テントポール法の空間維持効果が強いいため、併用時に架橋膜の優位性が消失したと解釈できる。水平増大では全研究が吸収性非架橋膜を使い、比較メタ解析はできなかった。

PRF/PRPの最終増大量への影響を検討した。垂直・水平再建とも併用時 (順に4.09 mm、95% CI : 1.05-7.13および3.99 mm、95% CI : 3.45-4.53) と非併用時 (順に6.10 mm、95% CI : 4.20-8.01および3.41 mm、95% CI : 2.91-3.92) に有意差はなかった (垂直 $P=0.27$ 、水平 $P=0.13$)。粒状移植 (骨粒子・ナノ粒子)、バリア膜 (コラーゲン膜)、剛性のある空間維持 (テンティングスクリュー、通常チタンスクリュー、メッシュ、チタン補強膜など) を組み合わせると、血餅安定、軟組織排除、空間維持という主要再生条件をすべて満たす [88-91]。この状況でPRF/PRPが寄与できるのは、血管新生の迅速化、初期血管形成、軟組織治癒の促進のみとなる [66, 92-94]。文献も空間維持・バリア膜・移植骨に追加した場合の最終垂直・水平増大量に有意差なしとしており [93-95]、本解析はこれと完全に一致し、複雑な多因子的増骨ではPRF/PRPが最終増大量に意味のある寄与を示していないことを確認する。

解析対象23研究の大半 ($n=19$) は術後9-12か月にX線画像で最終増大量を測定し、12か月を超えるデータ (術後1-3年) を報告したのは6研究のみであった。術後最初の9-12か月と最初の1-3年を報告する研究間で、垂直・水平増大量に有意差はなかった (順に $P=0.10$ 、 $P=0.13$)。多くのRCTは4-9か月に結果を報告する。術者が最大増骨を得る時期と考え、2段階法でも新生骨が埋入を十分支持すると考えてリエントリーを行う期間だからである [96, 97]。術後最初の12か月以降の骨量低下については文献上の合意があり、2025年のヒトRCTネットワークメタ解析は初期治癒後の早期骨吸収を6%-44% (平均約6%) と報告した [98]。

RCTに基づく文献は治癒後の有意な垂直的体積減少を示す [98] が、本解析では9-12か月4.51 mm (95% CI : 2.65-6.38) と12か月以降7.25 mm (95% CI : 4.63-9.88) の平均差は有意でなかった ($P=0.10$)。12か月以降の有意な垂直骨量変化の主因は、軟組織が増大部上に及ぼす初期圧である。テンティング法では圧が大幅に軽減され、移植粒子・ナノ粒子が残存骨壁に結合できた。通常の垂直GBRでは移植粒子の相当部分が母

床骨と結合せず、リモデリングから取り残されて残留骨粒子となる。水平増大量は最初の9-12か月と最初の12か月以降で有意に異なり、9-12か月3.85 mm (95% CI : 3.54-4.16) と12か月以降2.41 mm (95% CI : 1.71-3.10) で有意差があった ($P=0.00$) 。これは水平再建が術後数年より最初の12か月に予測性・安定性に優れるという文献と一致する [99] 。

5コホートがテンティングスクリュー / テントポール法と従来の歯槽堤再建 (骨ブロックなしの骨粒子と通常頭径スクリュー) を比較した [43-47, 52] 。テンティング法は従来GBRより水平的増大量が0.49 mm (95% CI : 0.00-0.97) 有意に大きかった ($P=0.05$) 。移植骨粒子の初期安定性は長期的再建成功とその後の埋入の前提である [100-102] 。主な利点は空間維持と上方軟組織圧の防止であり、採取部合併症 (骨ブロック、オンレー移植、サンドイッチ骨切りなど) 、手術合併症 (サンドイッチ骨切り、下歯槽神経側方移動、有茎骨片回転など) や治療合併症を生じずに達成できる。メッシュ・膜露出はチタンメッシュ・補強膜による従来GBRよりかなり少ない。採用研究はスクリュー位置の調節が水平増大の優位性に関係し得ると述べる。増大・再生量は事前に定めた突出距離と相関し、移植材吸収はスクリュー頭部を越えて起こらなかった [32, 52, 103] 。

研究の限界と提案

(A)

解析では増骨・埋入同時の1段階法で垂直的増大量が有意に優れた。しかし研究数が比較的少なく、1段階・2段階法の長期増大量差を比較するヒトRCTがさらに必要である。

(B)

自家骨または自家骨 + 異種骨の粒子・材料は同種骨または同種骨 + 異種骨より垂直的増大量が有意に優れた。ただし文献の大半は移植材間の有意差なしとしており、信頼できる結論には無作為化条件で比較するヒトRCTがさらに必要である。

(C)

多くの歯槽堤GBRは骨ブロックと骨粒子を併用し、テンティング法を加える場合もある。本研究では他の空間維持法の助けなしにテンティング法自体を評価するため、骨ブロック併用を対象外とした。本解析は従来GBR (骨ブロックなし) との水平増大量差を示した。一方、骨ブロック・オンレー移植も信頼性のある再生能を示す。今後はテンティング単独と骨ブロック併用の結果比較を強く推奨する。

(D)

多くの研究は術後9-12か月の最終増大量を報告したが、文献が示すように最初の12か月後に有意な骨量変化があり得る。時間的变化の評価には、初期治療期 (術後3-9か月) と12か月以降の両方で増大量・体積を報告することを強く提案する。

(E)

5コホートが従来GBR (骨ブロックなし) と比較し、テンティング法の境界的優位 ($P=0.05$) を示した。統計学的には有意でも全面的に信頼はできない。非無作為化研究であることから、信頼できる結論には今後のヒトRCTが必要である。

(F)

多くの研究は平均垂直・水平増大量で骨量変化を報告し、時間に伴う三次元体積変化を報告しなかったため、そのメタ解析は不可能であった。三次元評価はスクリュー / テントポール法の維持・安定化効果をより適切に反映できる。今後は垂直・水平変化と全体の三次元体積変化の両方を報告することを強く勧める。

(G)

水平増大量の研究間でEgger検定は有意な非対称性を検出しなかったが、研究数が少なく慎重に解釈すべきで、出版バイアスの可能性を除外しない。

(H)

基礎疾患や治療関連因子の差は骨の高さ・幅の報告増大量に影響し得るため、潜在的交絡因子として認識すべきである。本レビューの著者らは、テントポール法とスクリューによる増骨・再生結果に影響し得る患者・治療因子をすべて含めた。年齢、性別、評価期間などの基本因子を解析し、前節で報告した。患者の全身疾患を報告した研究はなかった。また研究間の技術差の潜在的影響を損なわず結果を判断できるよう、治療法をできる限り適切に分類した。

結論

広頭テンティングスクリューや広頭テントポールインプラントアバットメントを用いる本法は、オンレー骨移植やチタンメッシュなしで望ましい垂直・水平歯槽堤増大をもたらし得る。広頭構造でより容易・迅速に行えるが、増大部上方の通常頭径スクリューでも実施できる。水平増大では従来GBR (骨ブロックなし) より有意に優れた。他の空間維持法に対する優劣について信頼できる合意を得るには、さらにヒトRCTが必要である。

補足情報

略語

GBR：骨誘導再生

PTFE：ポリテトラフルオロエチレン

RCT：無作為化臨床試験

PRF：多血小板フィブリン

PRP：多血小板血漿

L-PRF：白血球含有PRF (固形血餅)

I-PRF：注入可能PRF (液状)

A-PRF：Advanced-PRF (成長因子が多い)

CGF：濃縮成長因子

DBBM：脱タンパクウシ骨ミネラル

FDBA：凍結乾燥同種骨

CI：信頼区間

SD：標準偏差

著者の貢献

構想・研究デザイン・研究疑問：BS、RA、AA、MK、AY。方法・データ収集・表作成・図デザイン：BS、RA、AA、AY。データ解析：BS、AA、AY。原稿執筆：BS、AA、AY。指導：RA、MK、AY。

資金提供

公的・民間機関からの外部資金提供は受けていない。

データ利用可能性

生成したすべてのデータは本文と補足資料で利用可能である。

声明

倫理承認と参加同意

該当なし。

出版同意

該当なし。

利益相反

著者らは利益相反がないと宣言する。

脚注

出版社注

Springer Natureは、掲載地図・所属機関における管轄権の主張に対し中立を保つ。

著者情報

Reza Amid、メール：reza_amid@yahoo.com。

Amir-Ali Yousefi-Koma、メール：amiraliykoma@gmail.com。

参考文献（原語書誌）

1. Chen HM, Shen K, Ji L, McGrath C, Chen H (2025) Global and Regional Patterns in Edentulism (1990-2021) With Predictions to 2040. Int Dent J 75(2):735-743. 10.1016/j.identj.2024.11.022
2. Abou-Ayash S, Bjelopavlovic M, Molinero-Mourelle P, Schimmel M (2025) Implant Survival in Patient Populations With a Mean Age of 65-75 Years Compared to Older Cohorts: A Systematic Review and Meta-Analysis. Clin Oral Implants Res 36(9):1053-1074. 10.1111/clr.14456
3. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T (2003) Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. Int J Periodontics Restor Dent 23(4):313-323 PubMed PMID: 12956475
4. Van der Weijden F, Dell'Acqua F, Slot DE (2009) Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans: a systematic review. J Clin Periodontol 36(12):1048-1058. 10.1111/j.1600-051X.2009.01482.x

5. Lekovic V, Camargo PM, Klokkevold PR, Weinlaender M, Kenney EB, Dimitrijevic B et al (1998) Preservation of Alveolar Bone in Extraction Sockets Using Bioabsorbable Membranes. *J Periodontol* 69(9):1044-1049. 10.1902/jop.1998.69.9.1044
6. Araújo MG, Lindhe J (2005) Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 32(2):212-218. 10.1111/j.1600-051X.2005.00642.x
7. Aghaloo TL, Moy PK (2007) Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *Int J Oral Maxillofac Implants* 22:49-70 PubMed PMID: 18437791
8. Papageorgiou SN, Papageorgiou PN, Deschner J, Götz W (2016) Comparative effectiveness of natural and synthetic bone grafts in oral and maxillofacial surgery prior to insertion of dental implants: Systematic review and network meta-analysis of parallel and cluster randomized controlled trials. *J Dent* 48:1-8. 10.1016/j.jdent.2016.03.010
9. de Groot RJ, Oomens MAEM, Forouzanfar T, Schulten EAJM (2018) Bone augmentation followed by implant surgery in the edentulous mandible: A systematic review. *J Oral Rehabil* 45(4):334-343. 10.1111/joor.12605
10. Wessberg GA, Jacobs MK, Wolford LM, Walker RV (1982) Preprosthetic Management of Severe Alveolar Ridge Atrophy. *J Am Dent Association* 104(4):464-472. 10.14219/jada.archive.1982.0230
11. Marx RE, Shellenberger T, Wimsatt J, Correa P (2002) Severely resorbed mandible: Predictable reconstruction with soft tissue matrix expansion (tent pole) grafts. *J Oral Maxillofac Surg* 60(8):878-888. 10.1053/joms.2002.33856
12. Liu J, Kerns DG (2014) Mechanisms of Guided Bone Regeneration: A Review. *Open Dent J* 8(1):56-65. 10.2174/1874210601408010056
13. Simon BI, Chiang TF, Drew HJ (2010) Alternative to the gold standard for alveolar ridge augmentation: tenting screw technology. *Quintessence Int* 41(5):379-386 PubMed PMID: 20376372
14. Hitti RA (2011) Guided Bone Regeneration in the Oral Cavity: A Review. *Open Pathol J* 5(1):33-45. 10.2174/1874375701105010033
15. Polimeni G, Koo K, Qahash M, Xiropaidis AV, Albandar JM, Wikesjö UME (2004) Prognostic factors for alveolar regeneration: effect of a space-providing biomaterial on guided tissue regeneration. *J Clin Periodontol* 31(9):725-729. 10.1111/j.1600-051X.2004.00542.x
16. Pellegrini G, Pagni G, Rasperini G (2013) Surgical Approaches Based on Biological Objectives: GTR versus GBR Techniques. *Int J Dent* 2013:1-13. 10.1155/2013/521547
17. Simion M, Fontana F, Rasperini G, Maiorana C (2007) Vertical ridge augmentation by expanded-polytetrafluoroethylene membrane and a combination of intraoral autogenous bone graft and deproteinized anorganic bovine bone (Bio Oss). *Clin Oral Implants Res* 18(5):620-629. 10.1111/j.1600-0501.2007.01389.x
18. Buser D, Dula K, Hirt HP, Schenk RK (1996) Lateral ridge augmentation using autografts and barrier membranes: A clinical study with 40 partially edentulous patients. *J Oral Maxillofac Surg* 54(4):420-432. 10.1016/S0278-2391(96)90113-5
19. Jensen SS, Terheyden H (2009) Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 24:218-236 PubMed PMID: 19885447
20. McAllister BS, Haghighat K (2007) Bone Augmentation Techniques. *J Periodontol* 78(3):377-396. 10.1902/jop.2007.060048
21. Buser D, Dula K, Belser U, Hirt HP, Berthold H (1993) Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. 1. Surgical procedure in the maxilla. *Int J Periodontics Restor Dent* 13(1):29-45 PubMed PMID: 8330945
22. Yousefi-Koma AA, Amid R, Moscowchi A, Nokhbatolfoghahaei H, Kadhodazadeh M (2025) Accompanying Titanium Meshes and Titanium-Reinforced Membranes with Collagen Membranes in Vertical Alveolar Ridge Augmentations: A Systematic Review. *J Funct Biomater* 16(7):246. 10.3390/jfb16070246
23. Fugazzotto PA (1993) Ridge augmentation with titanium screws and guided tissue regeneration: technique and report of a case. *Int J Oral Maxillofac Implants* 8(3):335-339 PubMed PMID: 8225470
24. Deeb GR, Tran D, Carrico CK, Block E, Laskin DM, Deeb JG (2017) How Effective Is the Tent Screw Pole Technique Compared to Other Forms of Horizontal Ridge Augmentation? *J Oral Maxillofac Surg* 75(10):2093-2098. 10.1016/j.joms.2017.05.037
25. Chasioti E, Chiang TF, Drew HJ (2013) Maintaining space in localized ridge augmentation using guided bone regeneration with tenting screw technology. *Quintessence Int* 44(10):763-771. 10.3290/j.qi.a30178 PubMed PMID: 23878847
26. Mengel R, Flores-de-Jacoby L (2005) Implants in regenerated bone in patients treated for generalized aggressive periodontitis: a prospective longitudinal study. *Int J Periodontics Restor Dent* 25(4):331-341 PubMed PMID: 16089041
27. Becker W, Becker BE, McGuire MK (1994) Localized ridge augmentation using absorbable pins and e-PTFE barrier membranes: a new surgical technique. Case reports. *Int J Periodontics Restor Dent* 14(1):48-61 PubMed PMID: 8005770

28. Buser D, Dula K, Belser U, Hirt HP, Berthold H (1993) Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. 1. Surgical procedure in the maxilla. *Int J Periodontics Restor Dent* 13(1):29-45 PubMed PMID: 8330945
29. Manfro R, Batassini F, Bortoluzzi MC (2008) Severely Resorbed Mandible Treated by Soft Tissue Matrix Expansion (Tent Pole) Grafts: Case Report. *Implant Dent* 17(4):408-413. 10.1097/ID.0b013e31818c6ba5
30. Fenton CC, Nish IA, Carmichael RP, Sándor GKB (2007) Metastatic Mandibular Retinoblastoma in a Child Reconstructed With Soft Tissue Matrix Expansion Grafting: A Preliminary Report. *J Oral Maxillofac Surg* 65(11):2329-2335. 10.1016/j.joms.2006.11.012
31. Hempton TJ, Fugazzotto PA (1994) Ridge augmentation utilizing guided tissue regeneration, titanium screws, freeze-dried bone, and tricalcium phosphate: clinical report. *Implant Dent* 3(1):35-37. 10.1097/00008505-199404000-00006 PubMed PMID: 7920387
32. Le B, Rohrer MD, Prasad HS (2010) Screw Tent-Pole Grafting Technique for Reconstruction of Large Vertical Alveolar Ridge Defects Using Human Mineralized Allograft for Implant Site Preparation. *J Oral Maxillofac Surg* 68(2):428-435. 10.1016/j.joms.2009.04.059
33. Yoon NS, Choi H, Kim HG, Sohn DS (2025) Retrospective Radiographic Evaluation of Ridge Dimensional Changes After Vertical Augmentation Using the Novel Wide-Head Tent Pole Screw Technique. *J Funct Biomater* 16(6):215. 10.3390/jfb16060215
34. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD et al (2021) The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* n71. 10.1136/bmj.n71
35. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I et al (2019) RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* l4898. 10.1136/bmj.l4898
36. Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC, Savović J, Berkman ND, Viswanathan M et al (2016) ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ* 355:i4919. 10.1136/bmj.i4919
37. Munn Z, Barker TH, Moola S, Tufanaru C, Stern C, McArthur A et al (2020) Methodological quality of case series studies: an introduction to the JBI critical appraisal tool. *JBI Evid Synth* 18(10):2127-2133. 10.11124/JBISIR-D-19-00099 PubMed PMID: 33038125
38. Guyatt GH, Oxman AD, Schünemann HJ, Tugwell P, Knottnerus A (2011) GRADE guidelines: A new series of articles in the *Journal of Clinical Epidemiology*. *J Clin Epidemiol* 64(4):380-382. 10.1016/j.jclinepi.2010.09.011
39. Korpi JT, Kainulainen VT, Sándor GK, Oikarinen KS (2012) Long-Term Follow-Up of Severely Resorbed Mandibles Reconstructed Using Tent Pole Technique Without Platelet-Rich Plasma. *J Oral Maxillofac Surg* 70(11):2543-2548. 10.1016/j.joms.2012.07.027
40. Caldwell G, Mills M, Finlayson R, Mealey B (2015) Lateral Alveolar Ridge Augmentation Using Tenting Screws, Acellular Dermal Matrix, and Freeze-Dried Bone Allograft Alone or with Particulate Autogenous Bone. *Int J Periodontics Restor Dentistry* 35(1):75-83. 10.11607/prd.2260
41. Le B, Borzabadi-Farahani A, Nielsen B (2016) Treatment of Labial Soft Tissue Recession Around Dental Implants in the Esthetic Zone Using Guided Bone Regeneration With Mineralized Allograft: A Retrospective Clinical Case Series. *J Oral Maxillofac Surg* 74(8):1552-1561. 10.1016/j.joms.2016.04.015
42. Daga D, Mehrotra D, Mohammad S, Chandra S, Singh G, Mehrotra D (2018) Tentpole technique for bone regeneration in vertically deficient alveolar ridges: A prospective study. *J Oral Biol Craniofac Res* 8(1):20-24. 10.1016/j.jobcr.2017.11.002
43. Golob Deeb J, Farris E, Reichert A, Carrico CK, Deeb GR (2020) Effect of postoperative steroids on clinical outcomes and radiographic findings of horizontal alveolar ridge augmentation: A retrospective study. *J Periodontol* 91(7):917-924. 10.1002/JPER.19-0198
44. César Neto JB, Cavalcanti MC, Sapata VM, Pannuti CM, Hämmerle CHF, Naenni N et al (2020) The positive effect of tenting screws for primary horizontal guided bone regeneration: A retrospective study based on cone-beam computed tomography data. *Clin Oral Implants Res* 31(9):846-855. 10.1111/clr.13630
45. Guillen GA, Araújo ALD, Macêdo FGC, Groppo FC, Vargas PA, Nória CF (2021) Evaluation of the screw tent-pole technique for the repair of anterior maxilla width defects: a prospective, randomized, split-mouth study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 50(6):801-807. 10.1016/j.ijom.2020.10.008
46. Deeb JG, Reichert A, Carrico CK, Laskin DM, Deeb GR (2021) Effect of biologic materials on the outcomes of horizontal alveolar ridge augmentation: A retrospective study. *Clin Exp Dent Res* 7(2):147-155. 10.1002/cre2.343
47. Yuan S, Mu Z, Huang Y, Bai S, Xu P, Chen T (2020) Comparison of in-situ bone ring technique and tent-pole technique for horizontally deficient alveolar ridge in the anterior maxilla. *Clin Implant Dent Relat Res* 22(2):167-176. 10.1111/cid.12887
48. Işık G, Günbay T, Uyanıkgil Y, Kısaog˘lu H, Yüce MÖ (2021) Comparison of Autogenous Block Bone Graft and Screw Tent-Pole Techniques for Vertical Bone Augmentation in the Posterior Mandible: A Split-Mouth Randomized Controlled Study. *J Adv Oral Res* 12(1):159-169. 10.1177/2320206820976010

49. Farias D, Caceres F, Sanz A, Olate S (2021) Horizontal Bone Augmentation in the Posterior Atrophic Mandible and Dental Implant Stability Using the Tenting Screw Technique. *Int J Periodontics Restor Dent* 41(4):e147-e155. 10.11607/prd.5137
50. Abd Elfattah A, Khalil AEA, Melek L, EVALUATION OF TENT-POLE GRAFTING, TECHNIQUE FOR RECONSTRUCTION OF MANDIBULAR RIDGE VERTICAL DEFECTS (CLINICAL AND RADIOGRAPHIC STUDY) (2021) *Alexandria Dent J* 0(0):0-0. 10.21608/adjalexu.2021.144845
51. Melek NL (2022) Comparison of two pre-prosthetic surgical techniques for augmentation of mandibular vertical ridge defects. *J Osseointegration Oral Rehabil* 14(1):59-63. 10.23805/JO.2022.14.5
52. Yang S, Wang S, Shen X, Xu Y, Chen C, He F (2023) Radiographic evaluation of the tenting screw technique in horizontal alveolar bone augmentation: A retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res* 25(3):564-574. 10.1111/cid.13213
53. Wu JLCLYZJYGZD (2023) Advanced vertical bone augmentation with modified large-head tenting technique in posterior mandible. *Int J Prosthodont Restor Dent* 13(1):4-11
54. Stumpf T, Rathe F, Heumann C, Sader R, Schlee M (2024) Retrospective analysis of augmentation procedures with umbrella screws, a novel tenting technique: a consecutive case series in 279 patients. *Quintessence Int* 55(1):28-40. 10.3290/j.qi.b4479067 PubMed PMID: 37800691
55. Chacón G, Saleh M, Decker A, Kan J, Wang HL (2024) Vertical Ridge Augmentation Using Collagen Membrane and Tenting Screws in the Esthetic Zone: A Case Series. *Int J Periodontics Restor Dentistry* 44(1):81-89. 10.11607/prd.6373
56. Lin JCY, Bahammam SO, Kim DM, Chang WJ (2025) Novel early vertical ridge augmentation technique. *J Dent Sci* 20(1):20-27. 10.1016/j.jds.2024.10.025
57. Keddar M, Evrard L, Shall F (2024) Horizontal ridge augmentation using guided bone regeneration with an association of particulate allografts mixed with platelet-rich fibrin, collagen membrane and tent-screws: A prospective study. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* 125(5):101872. 10.1016/j.jormas.2024.101872
58. Wang S, Chen X, Wu W, Ling Z, Yang S, Shen X et al (2025) Tenting Screw Technique for Horizontal Alveolar Bone Augmentation in the Anterior Maxilla: A 1- to 5-Year Retrospective Study. *Clin Oral Implants Res* 36(7):821-834. 10.1111/clr.14428
59. Cawood JI, Howell RA (1988) A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 17(4):232-236. 10.1016/S0901-5027(88)80047-X
60. Benic GI, Hämmerle CHF (2014) Horizontal bone augmentation by means of guided bone regeneration. *Periodontol* 2000 66(1):13-40. 10.1111/prd.12039
61. Pourdanesh F, Esmaeelinejad M, Aghdashi F (2017) Clinical outcomes of dental implants after use of tenting for bony augmentation: a systematic review. *Br J Oral Maxillofac Surg* 55(10):999-1007. 10.1016/j.bjoms.2017.10.015
62. Durrani F, Singh P, Pandey A, Tripathi KP, Vishnu JP, Imran F et al (2023) Tent screws: Predictable guided bone regeneration. *J Indian Soc Periodontol* 27(1):104-112. 10.4103/jisp.jisp_728_21
63. Abdullrahman F, Assad M, Albash Z (2023) Tent-pole technique for alveolar ridge width preservation with a compromised buccal plate: a prospective cohort study. *Annals Med Surg* 85(11):5344-5349. 10.1097/MS9.0000000000001312
64. Kim HG, Moon YS, Sohn DS (2025) Simplified Vertical Ridge Augmentation in Severely Resorbed Alveolar Ridges Using a Novel Wide-Head Tenting Pole Screw: Clinical and Histomorphometric Analysis-A Case Series. *J Clin Med* 14(19):6772. 10.3390/jcm14196772
65. Garcia J, Dodge A, Luepke P, Wang H, Kapila Y, Lin G (2018) Effect of membrane exposure on guided bone regeneration: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 29(3):328-338. 10.1111/clr.13121
66. Rakhmatia YD, Ayukawa Y, Furuhashi A, Koyano K (2013) Current barrier membranes: Titanium mesh and other membranes for guided bone regeneration in dental applications. *J Prosthodont Res* 57(1):3-14. 10.1016/j.jpor.2012.12.001
67. Sakkas A, Schramm A, Winter K, Wilde F (2018) Risk factors for post-operative complications after procedures for autologous bone augmentation from different donor sites. *J Cranio-Maxillofacial Surg* 46(2):312-322. 10.1016/j.jcms.2017.11.016
68. Koo H, Hwang J, Choi BJ, Lee JW, Ohe JY, Jung J (2023) Comparison of vertical bone resorption following various types of autologous block bone grafts. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 45(1):38. 10.1186/s40902-023-00406-5
69. Sbordone L, Toti P, Menchini-Fabris GB, Sbordone C, Piombino P, Guidetti F (2009) Volume changes of autogenous bone grafts after alveolar ridge augmentation of atrophic maxillae and mandibles. *Int J Oral Maxillofac Surg* 38(10):1059-1065. 10.1016/j.ijom.2009.06.024
70. Boyne PJ, Cole MD, Stringer D, Shafqat JP (1985) A technique for osseous restoration of deficient edentulous maxillary ridges. *J Oral Maxillofac Surg* 43(2):87-91. 10.1016/0278-2391(85)90054-0

71. Milinkovic I, Cordaro L (2014) Are there specific indications for the different alveolar bone augmentation procedures for implant placement? A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 43(5):606-625. 10.1016/j.ijom.2013.12.004
72. Pérez-González F, Molinero-Mourelle P, Sánchez-Labrador L, Sáez-Alcaide LM, Limones A, Cortés-Bretón Brinkmann J et al (2020) Assessment of clinical outcomes and histomorphometric findings in alveolar ridge augmentation procedures with allogeneic bone block grafts: A systematic review and meta-analysis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 0-0. 10.4317/medoral.23353
73. Starch-Jensen T, Deluiz D, Tinoco EMB (2019) Horizontal Alveolar Ridge Augmentation with Allogeneic Bone Block Graft Compared with Autogenous Bone Block Graft: a Systematic Review. *J Oral Maxillofac Res* 11(1). 10.5037/jomr.2020.11101
74. Blanco J, Caramês J, Quirynen M (2025) A narrative review on the use of autologous platelet concentrates during alveolar bone augmentation: Horizontal (simultaneous/staged) & vertical (simultaneous/staged). *Periodontol* 2000 97(1):236-253. 10.1111/prd.12604
75. Sáez-Alcaide LM, Brinkmann JCB, Sánchez-Labrador L, Pérez-González F, Molinero-Mourelle P, López-Quiles J (2020) Effectiveness of the bone ring technique and simultaneous implant placement for vertical ridge augmentation: a systematic review. *Int J Implant Dent* 6(1):82. 10.1186/s40729-020-00280-0
76. Khojasteh A, Yousefi-Koma AA (2026) Pedicled Segmental Rotation. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*. 34(1):35-46. 10.1016/j.cxom.2025.10.001
77. Ramanauskaitė A, Schwarz F, Begic A, Parvini P, Galarraga-Vinueza ME, Obreja K (2020) The influence of simultaneous lateral grafting on clinical outcomes following one-stage implant placement: a cross-sectional analysis. *Int J Implant Dent* 6(1):37. 10.1186/s40729-020-00226-6
78. Chavda S, Levin L (2018) Human Studies of Vertical and Horizontal Alveolar Ridge Augmentation Comparing Different Types of Bone Graft Materials: A Systematic Review. *J Oral Implantology* 44(1):74-84. 10.1563/aaid-joi-D-17-00053
79. Serrano Méndez CA, Lang NP, Caneva M, Ramírez Lemus G, Mora Solano G, Botticelli D (2017) Comparison of allografts and xenografts used for alveolar ridge preservation. A clinical and histomorphometric RCT in humans. *Clin Implant Dent Relat Res* 19(4):608-615. 10.1111/cid.12490
80. Jamjoom A, Cohen R (2015) Grafts for Ridge Preservation. *J Funct Biomater* 6(3):833-848. 10.3390/jfb6030833
81. Nagaraj A, Shetty M, Thomas B, Hegde R (2024) Ridge Augmentation Using Autograft and Xenograft Versus Xenograft Alone With Simultaneous Implant Placement: A Randomised Clinical Trial. *Acta Med Bulg* 51(s2):83-89. 10.2478/amb-2024-0057
82. Gallo P, Díaz-Báez D, Perdomo S, Aloise AC, Tattan M, Saleh MHA et al (2022) Comparative analysis of two biomaterials mixed with autogenous bone graft for vertical ridge augmentation: A histomorphometric study in humans. *Clin Implant Dent Relat Res* 24(5):709-719. 10.1111/cid.13124
83. Jiménez García J, Berghezan S, Caramês JMM, Dard MM, Marques DNS (2017) Effect of cross-linked vs non-cross-linked collagen membranes on bone: A systematic review. *J Periodontol Res* 52(6):955-964. 10.1111/jre.12470
84. Baek SH, Yang BE, Park SY, On SW, Ahn KM, Byun SH (2025) Efficacy of Cross-Linked Collagen Membranes for Bone Regeneration: In Vitro and Clinical Studies. *Bioengineering* 12(8):876. 10.3390/bioengineering12080876
85. Lim H, Jung U, You H, Lee J (2017) Randomized clinical trial of ridge preservation using porcine bone/cross-linked collagen vs. bovine bone/non-cross-linked collagen: cone beam computed tomographic analysis. *Clin Oral Implants Res* 28(12):1492-1500. 10.1111/clr.13017
86. Haddad M (2022) Lateral Ridge Augmentation Using Cross-Linked or Non-Cross-Linked Collagen Membrane: A Pilot Randomized Clinical Trial. *Open Access J Dent Sci* 7(4). 10.23880/oajds-16000355
87. Baek SH, Yang BE, Park SY, On SW, Ahn KM, Byun SH (2025) Efficacy of Cross-Linked Collagen Membranes for Bone Regeneration: In Vitro and Clinical Studies. *Bioengineering* 12(8):876. 10.3390/bioengineering12080876
88. Starch-Jensen T, Deluiz D, Deb S, Bruun NH, Tinoco EMB (2020) Harvesting of Autogenous Bone Graft from the Ascending Mandibular Ramus Compared with the Chin Region: a Systematic Review and Meta-Analysis Focusing on Complications and Donor Site Morbidity. *J Oral Maxillofac Res* 11(3). 10.5037/jomr.2020.11301
89. Castro AB, Meschi N, Temmerman A, Pinto N, Lambrechts P, Teughels W et al (2017) Regenerative potential of leucocyte- and platelet-rich fibrin. Part A: intra-bony defects, furcation defects and periodontal plastic surgery. A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 44(1):67-82. 10.1111/jcpe.12643
90. Fujioka-Kobayashi M, Miron RJ, Hernandez M, Kandam U, Zhang Y, Choukroun J (2017) Optimized Platelet-Rich Fibrin With the Low-Speed Concept: Growth Factor Release, Biocompatibility, and Cellular Response. *J Periodontol* 88(1):112-121. 10.1902/jop.2016.160443

91. Miron RJ, Fujioka-Kobayashi M, Bishara M, Zhang Y, Hernandez M, Choukroun J (2017) Platelet-Rich Fibrin and Soft Tissue Wound Healing: A Systematic Review. *Tissue Eng Part B Rev* 23(1):83-99. 10.1089/ten.teb.2016.0233
92. Her S, Kang T, Fien MJ (2012) Titanium Mesh as an Alternative to a Membrane for Ridge Augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* 70(4):803-810. 10.1016/j.joms.2011.11.017
93. Urban I, Monje A, Lozada J, Wang HL (2017) Principles for Vertical Ridge Augmentation in the Atrophic Posterior Mandible: A Technical Review. *Int J Periodontics Restor Dent* 37(5):639-645. 10.11607/prd.3200
94. Sanz-Sánchez I, Ortiz-Vigón A, Sanz-Martín I, Figuero E, Sanz M (2015) Effectiveness of Lateral Bone Augmentation on the Alveolar Crest Dimension. *J Dent Res* 94(9suppl):128S-142S. 10.1177/0022034515594780
95. Lim G, Lin GH, Monje A, Chan HL, Wang HL (2018) Wound Healing Complications Following Guided Bone Regeneration for Ridge Augmentation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 33(1):51-50. 10.11607/jomi.5581
96. Frantzopoulos I, Băciut M, Almășan O, Manea A (2025) Evaluating Techniques for Vertical Ridge Augmentation via Comparative Study of Clinical Outcomes: A Systematic Review. *J Clin Med* 14(24):8639. 10.3390/jcm14248639
97. Toledano-Osorio M, Toledano M, Manzano-Moreno FJ, Vallecillo C, Vallecillo-Rivas M, Rodriguez-Archilla A et al (2021) Alveolar Bone Ridge Augmentation Using Polymeric Membranes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Polym (Basel)* 13(7):1172. 10.3390/polym13071172
98. Alotaibi FF, Buti J, Rocchietta I, Mohamed Nazari NS, Almujaydil R, D'Aiuto F (2025) Premature Bone Resorption in Vertical Ridge Augmentation: A Systematic Review and Network Meta-Analysis of Randomised Clinical Trials. *Clin Oral Implants Res* 36(7):787-801. 10.1111/clr.14435
99. Toledano-Osorio M, Toledano M, Manzano-Moreno FJ, Vallecillo C, Vallecillo-Rivas M, Rodriguez-Archilla A et al (2021) Alveolar Bone Ridge Augmentation Using Polymeric Membranes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Polym (Basel)* 13(7):1172. 10.3390/polym13071172
100. Carpio L, Loza J, Lynch S, Genco R (2000) Guided Bone Regeneration Around Endosseous Implants With Anorganic Bovine Bone Mineral. A Randomized Controlled Trial Comparing Bioabsorbable Versus Non-Resorbable Barriers. *J Periodontol* 71(11):1743-1749. 10.1902/jop.2000.71.11.1743
101. Von Arx T, Schenk RK, Buser D, Von Arx T, Cochran DL, Hermann JS et al (2001) Lateral ridge augmentation using different bone fillers and barrier membrane application. *Clin Oral Implants Res* 12(3):260-269. 10.1034/j.1600-0501.2001.012003260.x
102. Lorenzoni M, Pertl C, Keil C, Wegscheider WA (1998) Treatment of peri-implant defects with guided bone regeneration: a comparative clinical study with various membranes and bone grafts. *Int J Oral Maxillofac Implants* 13(5):639-646 PubMed PMID: 9796147
103. Chasioti E, Chiang TF, Drew HJ (2013) Maintaining space in localized ridge augmentation using guided bone regeneration with tenting screw technology. *Quintessence Int* 44(10):763-771. 10.3290/j.qi.a30178 PubMed PMID: 23878847

関連データ

補足資料

データ利用可能性の声明

生成したすべてのデータは本文と補足資料で利用可能である。

原著の所属・連絡先・履歴 (固有名詞と書誌情報は原語を保持)

1Dentofacial Deformities Research Center, Research Institute of Dental Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran, Islamic Republic of

2Department of Periodontics, School of Dentistry, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran, Islamic Republic of

3Dental Research Center, Research Institute of Dental Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran, Islamic Republic of

原著・翻訳情報

PMID : 42599344 | DOI : 10.1186/s40902-026-00522-y

原文確認資料 : <https://www.ebi.ac.uk/europepmc/webservices/rest/PMC13476430/fullTextXML>

原著公開日 : 2026-08-14 | 翻訳日 : 2026-09-15

主文・表・図注の日本語訳 (原因・補足資料は原著参照)

原著・翻訳の利用条件 : CC BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

非公式AI翻訳・歯科医師による監修未実施。原因、図中の文字、別ファイルの補足資料は含みません。研究方法・数値・結論は原著の記述であり、個別患者への診断・治療指示ではありません。原著と最新の診療指針をご確認ください。