

歯内療法マイクロサージェリーにおけるPRFと派生製剤の補助効果：系統的レビュー・メタ解析

主文・表・図注の日本語訳（原図・補足資料は原著参照）

原題：Clinical Outcomes of Platelet-Rich Fibrin in Endodontic Microsurgery: A Systematic Review and Meta-Analysis

原著者：Carlos Valdivieso del Pueblo; Paloma Montero-Mirallés; María León-López; Juan J Segura-Sampedro; Daniel Cabanillas-Balsera; Jenifer Martín-González; Juan J Segura-Egea

掲載誌：Journal of clinical medicine。原著公開日：2026-08-18。DOI：https://doi.org/10.3390/jcm15166392。PMID：42652796。

原文：https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC13513751/

© 2026 by the authors.。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：Kumarら [24] について本文3.4.8前半はPRFがbone puttyより良好とする一方、同節末尾とGRADE表はbone putty優位と記す。Majorの個別疼痛効果gは正の0.99、統合図は負がPRF有利と定義する。これらの方向不整合を原記載のまま保持した。RoB 2全RCTが若干の懸念である一方GRADE表の一部には高リスクという記述がある。補足検索式等は本訳の対象外であり、原著リンクから参照されたい。

抄録

背景・目的：PRFとその派生製剤は歯内療法マイクロサージェリー（EMS）後の組織治癒を促進する生物学的補助材として提案されているが、術後回復と長期骨再生の証拠は一致しない。本系統的レビュー・メタ解析は患者中心の術後項目とX線・体積骨治癒項目を別々に評価した。方法：PRISMA 2020に従いPROSPERO（CRD420261400163）へ前向き登録した。EMSへのPRF・派生製剤を評価するRCTと比較臨床研究を対象に、MEDLINE/PubMed、Embase、Scopus、Web of Science、Cochrane CENTRAL、参考文献を創設時から2026年4月まで検索した。疼痛、浮腫、QOL、臨床・X線治癒、CBCT体積骨再生、骨密度、複雑欠損を評価した。RoB 2とROBINS-Iを用い、適切な場合ランダム効果メタ解析を実施しGRADEで確実性を評価した。結果：独立16データセットに相当する17報告を採用した。PRFは特に術後第1週の疼痛を含む早期回復を改善し、統合疼痛効果はSMD/Hedges $g = -0.62$ （95% CI -1.03 から -0.21 、 $p = 0.003$ ）と有意であった。長期骨再生・臨床X線治癒は異質で結論に至らない。CBCT研究は早期加速を示唆するが6-12か月に一貫した優越性はない。確実性は疼痛の中程度から体積骨再生の非常に低いまでで、臨床・方法的異質性と少数研究が解釈を制限する。結論：PRFは早期術後回復と軟組織治癒を改善し得るが、大きい・壁に囲まれない欠損で骨移植材や再生材料の予知性ある代替とは支持されない。標準化指標を用いた良質のCBCTベースRCTが必要である。

キーワード：多血小板フィブリン、歯内療法マイクロサージェリー、歯根端手術、骨再生、CBCT、術後疼痛、系統的レビュー

1. 緒言

根尖性歯周炎は根管内微生物・代謝物と宿主免疫炎症反応の相互作用による感染性炎症疾患で、歯根膜、セメント質、根尖骨を破壊する。歯内療法の主目的は感染除去、炎症消退、歯の機能的保存である[1,2]。順行性治療や非外科的再治療が不可能、不確実、不成功の場合[3]、病変除去、根尖切除、逆根管形成・封鎖により治癒環境を作る根尖手術が代替となる[4,5]。

EMSは過去20年に拡大視野、照明、超音波逆根管形成、微小器具、バイオセラミック逆充填材の進歩で洗練された[6,7,8]。従来手術より成功率が改善した[9]が、大病変、皮質骨穿孔、貫通型、根尖歯頸側連続欠損では治癒は難しい[10,11]。形態・再生条件により線維性瘢痕または真の骨再生となる[12]。特に皮質骨欠損は軟組織侵入とスペース維持不良を招き、予知性ある骨再生を損なう[8,13]。

膜、ハイドロキシアパタイト、 β -リン酸三カルシウム、異種骨、自家血小板濃縮物などが提案される[8,14]。骨補填材は主に骨伝導性足場だが、PRFは血小板、白血球、サイトカイン、PDGF、TGF- β 1、VEGF、IGF-1などを含む活性フィブリン基質である[15,16,17]。徐放される因子は血管新生、線維芽細胞増殖、細胞外基質形成、骨芽細胞分化を促し得る[8,16,18]。

PRFは抗凝固剤や外因性活性化剤なしで調製する第2世代濃縮物である[18,19]。通常PRF、L-PRF、A-PRF、A-PRF+、i-PRFでは遠心法、フィブリン構造、細胞分布、放出動態が異なり、生物学的に同等と解釈すべきとは限らない[15,16]。

歯周治療、インプラント、抜歯窩保存、再生歯内療法で、軟組織成熟、術後不快感、早期骨形成に有望な作用がある[15,16,20]。これを背景にEMSへの関心が高まり、根尖手術窩へのPRFを複数のRCT・前向き比較研究が評価した[13,20,21,22,23,24]。骨充填、CBCT体積減少、疼痛、浮腫、QOLを改善した研究と有意な利点を示さない研究がある[23,24,25,26]。

評価法が不一致の一因かもしれない。通常X線は2次元で歪み・重なりに影響されるが、CBCTは3次元体積、皮質骨再生、より鋭敏な治癒評価を可能にする [27,28]。CBCT採用が増す中、画像法と臨床的に重要な項目を統合した包括的整理が必要である。

過去のレビューは疼痛低下を示唆したが、X線・CBCT体積骨再生の一貫した改善は示さなかった [29]。形態、製剤、画像、対照、患者中心項目による包括的統合も不足し、臨床適用を制限している。

したがって本研究は患者中心術後項目とX線・体積骨治癒を分け、PRF・派生材を補助使用する効果を評価した。PRFなし手術に比べ、骨再生、総合成功、疼痛・炎症、軟組織治癒、QOLを改善するかを検討した。

2. 材料と方法

2.1. プロトコルと登録

PRISMA 2020 [30] (補足S1)、PRISMA-S [31]、Cochrane Handbook [32] に従い実施・報告した。開始前にPROSPERO CRD420261400163へ登録した。

2.2. レビューの問い

歯内療法手術・EMSを受ける患者で、PRFとL-PRF、A-PRF、A-PRF+、i-PRFの追加は、PRFなしと比べ骨再生、X線治癒、総合成功、軟組織治癒、疼痛・炎症、QOLを改善するか。

2.3. 適格基準

各適格領域の詳細な選択・除外基準を表1に示す。歯内疾患に由来する病変への歯内療法マイクロサージェリー (EMS) にPRFまたは派生製剤を補助使用するRCTと比較臨床研究を含めた。主要項目はCBCTで評価した骨再生とX線学的治癒、副次項目は術後疼痛、浮腫、QOL、軟組織治癒、歯周指標、骨密度、全体的な臨床・X線学的成功であった。

表 1

研究選択の適格基準。

領域	選択基準	除外基準
背景	歯内疾患に由来する根尖周囲病変に対する歯内療法マイクロサージェリーまたは根尖周囲手術中の再生補助手順。	歯内療法手術に無関係な処置。
研究種別	RCT、前向き比較臨床研究、並行群・スプリットマウスデザイン。	症例報告、無対照症例集積、対照のない後ろ向き研究、動物・in vitro、叙述レビュー、論説、学会抄録、結果のないプロトコル。
集団	歯内疾患に由来する根尖周囲病変に対して、EMS、根尖周囲手術、根尖手術、歯根端手術または根周囲手術を受ける全年齢の患者。	インプラント、歯内病変と無関係な歯周再生、意図的再植、抜歯、未完成歯の再生歯内療法、非ヒト対象。
介入	PRF、L-PRF、A-PRF、A-PRF+、i-PRFを単独または材料と併用。	PRF派生材なしの再生、単独骨移植材、薬剤、非自家血小板濃縮物。
対照	PRFなし手術、自然血餅、HA、MTA、膜、PRP、CGF、CERAMENT、bone putty、その他活性材料。	適切な対照なし、または異なるPRF製剤のみの比較。
項目	主要：CBCT体積骨再生、X線治癒 (PAI、Molven、PENN等)。副次：疼痛、鎮痛薬、浮腫・腫脹、QOL、軟組織、歯周指標、密度、総合臨床X線成功。	関連する臨床・X線結果を1つも報告しない研究。

略語：A-PRF = advanced PRF、A-PRF+ = advanced PRF plus、CBCT = コーンビームCT、CGF = 濃縮成長因子、EMS = 歯内療法マイクロサージェリー、L-PRF = 白血球豊富PRF、MTA = mineral trioxide aggregate、PAI = 根尖指数、PENN = Penn 3D基準、PRF = 多血小板フィブリン、PRP = 多血小板血漿。名称の差があるため、原著のEMS、根尖周囲手術、根尖手術、歯根端手術を受け入れ、適格性上は臨床的に同等とした。

2.4. 検索戦略

MEDLINE/PubMed、Embase、Scopus、Web of Science、Cochrane CENTRALを創設時から2026年4月まで検索し、全採用研究・関連レビューの参考文献も手検索した。J.J.S.-E.、C.V.-P.、P.M.-M.が独立して戦略作成、全情報源の検索、選択前の記録確認を行った。PRF、歯内療法手術、骨治癒の語を組み合わせた (補足表S1)。言語制限なしで、チームが理解する言語は直接、それ以外は英語題名・抄録があればそれで評価した。別言語の適格候補があれば信頼できる翻訳ツールと必要時の母語・熟達者の確認を用いる予定だったが、該当研究はなかった。

2.5. 研究選択

Mendeley Desktopへ全記録を出力し重複除去後、Rayyan (Qatar Computing Research Institute) で選別した。

電子・手検索でPRISMA図の研究を同定し、重複除去と全文評価後に独立16データセットの17報告を質的統合へ採用した。

題名・抄録で明らかな不適格を除外し、候補全文を事前基準で評価する2段階とした。

J.J.S.-E.、C.V.-P.、P.M.-M.が独立評価し、不一致は討議・合意で解決した。

二重算入を避け報告と独立データセットを区別した。特に同一要因RCTの別評価項目報告で重要であった [20,22]。

選定雑誌と採用研究の参考文献も手検索した。

過程はPRISMA 2020図1に示す。

図 1

歯内療法手術のPRF・派生材に関するレビュー・メタ解析の選択過程を示すPRISMA 2020フロー図。

2.6. データ抽出

標準様式を事前作成し試行した。3評価者J.J.S.-E.、C.V.-P.、P.M.-M.が独立して、デザイン、国、標本数、対象、欠損形態、手術、製剤、対照、追跡、画像、項目、関連数値を抽出した。

同一データの複数報告を精査し重複を防ぎ、元データの完全性を保ちながら相補的項目を抽出した。不一致は討議で解決した。不明・不完全な情報は報告どおり抽出し、仮定を統合時に明示した。自動抽出ツールは使用しなかった。

2.7. データ統合と統計解析

同じ尺度の連続結果はMD、異なる尺度・器具ではHedges補正SMDで統合した。

二値結果はORまたはRRと95% CIで統合した。

十分比較可能な結果を少なくとも3研究が報告する場合に実施した。OpenMeta[Analyst] (Brown University、version 10.10) [33] で、研究間変動を考慮した逆分散重み付きDerSimonian-Lairdランダム効果モデルを使用した。

Cochran Q、I²、 τ^2 、臨床的妥当性で異質性を評価した [32]。I² <25%を低い、25-50%を中程度、50-75%を実質的、>75%を大きいとした。

特に研究数が少ない場合は慎重に解釈し、統合が適切でない場合は叙述的に整理した。

製剤、画像法、形態、追跡期間、対照による事前規定サブグループ解析を行った。

2.8. バイアスリスク

RCTにはRoB 2 [34] を用い、無作為化、意図介入からの逸脱、欠測、測定、報告結果の選択を評価し、RoB 2ガイダンスに従って領域別・総合判定した。

非ランダム化比較研究はROBINS-I [35] で別評価し、交絡、対象者選択、介入分類、介入逸脱、欠測、測定、報告結果の選択について領域別・総合判定した。

2.9. GRADE

各項目の確実性をGRADEで評価した [36]。

バイアス、非一貫性、非直接性、不精確さ、出版バイアスにより高・中・低・非常に低に分類した。10研究以上でファンネルとEgger回帰を行う予定とした [37]。2評価者が独立GRADE評価し討議で合意した。

主要項目はSoF表に示した。非ランダム化と異質な方法を含む項目があり、確実性を慎重に解釈した。

3. 結果

3.1. 研究選択

PRISMA 2020図1のとおり、電子検索88件、重複51除去後37件を選別し14件除外した。全文23件を評価し基準不適合6件を除外した。除外論文と理由は補足表S2に示す。

最終17研究を質的統合した。Meschiら [20] と [22] が同じ要因RCTの異なる結果を報告したため、独立16データセットの17報告である。

3.2. 採用研究の特性

表2に示す。デザイン、製剤、対照、形態、画像、評価で実質的異質性があった。

独立16データセットの17報告を採用した [13,20,21,22,23,24,25,26,38,39,40,41,42,43,44,45,46]。多くはRCTで前向き比較研究もあった。標本数10人 [42] から126人 [40]、追跡は術後7日 [43] から12か月であった。

表 2

歯内療法手術のPRF・派生材を評価した採用研究の特性。

研究	デザイン	標本	介入	対照	欠損・対象	追跡・画像	主要項目
Dhiman et al. 2015 / [13]	二重盲検RCT	30 (15/15)	PRF膜	GTRなし	根尖歯頸側連続欠損	12 か月; RVG	歯周指標、X線治療
Monga et al. 2016 / [45]	比較臨床研究	30 (10/10/10)	PRF + MTA	MTA; MTA + HA	上顎前歯部大病変	9 か月; IOPAR	サイズ減少、臨床治療
Thanikasalam et al. 2018 [46]	前向き比較研究	14人 (15部位)	PRF; PRF + NcHA + コラーゲン	移植なし	大・貫通病変	6 か月; RVG	骨治療、面積減少
Meschi 2018/2020 / [20,22]	2 × 2要因RCT	50無作為化 (44解析)	L-PRF ± Bio-Gide	L-PRFなし ± Bio-Gide	持続性根尖性歯周炎	1 週-12 か月; CBCT, PR, US	疼痛、QOL、X線・CBCT治療
Soto-Peñaloza et al. 2020 [23]	並行群RCT	50 (25/25)	A-PRF+	通常EMS	慢性根尖性歯周炎	7 日	疼痛、鎮痛薬、QOL
Karan & Aricioğlu 2020 [38]	4群RCT	40病変	PRF; MTA + PRF	GP; MTA	持続性根尖病変	12 か月; CBCT	病変体積、骨密度
Singh et al. 2020 [40]	比較臨床研究	126 (42/群)	PRF	HA; CERAMENT	上顎前歯病変	12 か月; PR	臨床・X線成績
Tiwari et al. 2021 [39]	比較臨床研究	20 (5/群)	PRF; PRF + HA; PRF + アレンドロネート	移植なし	前歯病変 > 5 mm	12 か月; CBCT	体積骨再生
Arpitha et al. 2023 [21]	二重盲検RCT	38無作為化 (34解析)	i-PRF + コラーゲン	通常EMS	貫通欠損	12 か月; PR & CBCT	PENN、Molven、皮質閉鎖
You 2023 et al. [41]	3群RCT	18	PRF膜	対照、CGF	上顎前歯病変	3 & 6 か月; CBCT	骨体積減少
Kavitha et al. 2024 [42]	比較研究	10 (5/5)	PRF + β-TCP	PRP + β-TCP	上顎切歯	6 & 12 か月; CBCT	骨密度
Karkle et al. 2025 [25]	RCT	43	A-PRF	通常EMS	根周囲病変	6 & 12 か月; CBCT	治療、体積、軟組織
Gulsever et al. 2025 [26]	4群RCT	64	L-PRF	RG/OG	大きな根尖病変	12 か月; PR	疼痛、PAI、X線治療
Major et al. 2025 [43]	予備RCT	20 (10/10)	PRF膜	通常EMS	根尖手術	7 日; 3D スキャン	疼痛、浮腫、QOL
Bhardwaj et al. 2025 [44]	比較臨床研究	60 (20/群)	PRF	対照、HA	上顎前歯病変	9 か月; CBCT & PR	疼痛、腫脹、骨密度
Kumar et al. 2026 [24]	RCT	50人 (133歯)	PRF	カルシウムホスホシリケート bone putty	大きな根尖病変	12 か月; PR & CBCT	2D・3D骨治療

略語：A-PRF = advanced PRF、CBCT = コーンビームCT、CGF = 濃縮成長因子、EMS = 歯内療法マイクロサージェリー、GTR = 組織再生誘導、HA = ハイドロキシアパタイト、i-PRF = 注入型PRF、IOPAR = 口内法根尖X線、L-PRF = 白血球豊富PRF、MTA = mineral trioxide aggregate、PAI = 根尖指数、PENN = Penn 3D基準、PR = 根尖X線、PRF = 多血小板フィブリン、PRP = 多血小板血漿、QoL = 生活の質、RCT = ランダム化比較試験、RVG = デジタルX線撮影、US = 超音波。

通常PRF、L-PRF、A-PRF、A-PRF+、i-PRF、さらにHA、ナノ結晶HA、コラーゲン、β-TCP、アレンドロネートとの併用などを評価した。

対照もPRFなし、空洞・血餅治癒、HA、CGF、bone putty、CERAMENT、MTA、膜、PRPと多様だった。

根尖歯頸側欠損 [13]、貫通病変 [21]、大病変 [24,39,45]、通常の手術対象病変 [25,26,38,41,43,44] を含む。多くは上顎前歯だがサイズ・複雑性は異なった。

通常X線、RVG、IOPAR、CBCTを用い、近年のCBCTは3次元体積・密度測定を含む [24,25,38,41]。臨床・患者項目は疼痛、浮腫、鎮痛薬、QOL、歯周指標、X線治癒、総合成功であった [20,22,23,26,43]。

3.3. サブグループ構造と統合

定義、画像、製剤、対照の異質性に対応し、事前規定群へ分類して体系的に統合・解釈した。表3に戦略を示す。

表 3

項目分類と統合戦略。

項目区分	対象研究	測定項目	統合法
術後疼痛	Meschi et al. [20,22]; Soto-Peñaloza et al. [23]; Major et al. [43]	VAS疼痛、鎮痛薬消費	ランダム効果メタ解析 (Hedges SMD)
浮腫・炎症	Major et al. [43]; Karkle et al. [25]; Bhardwaj et al. [44]; Gulsever et al. [26]	臨床腫脹、3D顔面体積	叙述的統合
QOL	Meschi et al. [20,22]; Soto-Peñaloza et al. [23]; Major et al. [43]	QOL質問票、PROMIS、機能制限	叙述的統合
臨床・X線成功	Dhiman et al. [13]; Arpitha et al. [21]; Karkle et al. [25]	Molven、PENN、臨床・X線成功	ランダム効果メタ解析 (OR)
2D X線治癒	Monga et al. [45]; Thanikasalam et al. [46]; Singh et al. [40]; Gulsever et al. [26]	面積減少、PAI、PALA	叙述的統合 *
CBCT骨再生	Karan & Aricioğlu [38]; Tiwari et al. [39]; Arpitha et al. [21]; You et al. [41]; Kavitha et al. [42]; Karkle et al. [25]; Kumar et al. [24]	欠損体積減少、皮質閉鎖	叙述的統合
骨密度	Karan & Aricioğlu [38]; Kavitha et al. [42]; Bhardwaj et al. [44]	グレースケール、骨密度HU	叙述的統合
複雑欠損	Dhiman et al. [13]; Thanikasalam et al. [46]; Arpitha et al. [21]; Tiwari et al. [39]; Gulsever et al. [26]; Kumar et al. [24]	根尖歯頸側・貫通・大病変の治癒	サブグループ叙述統合

* 定義・報告が十分均質な場合に統合を予定した。CBCT = コーンビームCT、HU = Hounsfield単位、OR = オッズ比、PAI = 根尖指数、PALA = 根尖病変面積、PENN = Penn 3D基準、PROMIS = 患者報告アウトカム測定情報システム、QoL = 生活の質、SMD = 標準化平均差、VAS = 視覚的アナログ尺度。少なくとも3研究の結果が十分均質な場合のみメタ解析し、その他は叙述的統合とした。

3.4. 定量・叙述的統合

3.4.1. 術後疼痛

疼痛は最も一貫して報告された患者項目で、通常VASを用いたが、鎮痛法、時点、報告方法は大きく異なった。

多くのRCTは特に術後第1週にPRFを支持する傾向を示した [20,23,43] が、全研究で有意差があるわけではない [44]。Majorら [43] の効果はHedges $g = 0.99$ 、95% CI 0.09-1.89でPRFを支持した。

逆分散ランダム効果モデル、Hedges SMD、95% CIで疼痛を統合した (図2)。製剤、鎮痛、測定の臨床的異質性を予想し事前規定した。第1週を評価したMeschiら [20,22]、Soto-Peñalozaら [23]、Majorら [43] の3RCTを含めた。

図 2

EMS後早期疼痛のPRF対対照フォレスト図。Hedges g によるランダム効果解析。低いSMDは低い疼痛、負の値は第1週のPRF優位を示す。四角は個別推定、横線は95% CI、菱形は統合推定 (赤破線) [20,23,43]。

統合結果はPRFの有意な疼痛減少を示した (SMD/Hedges $g = -0.617$ 、95% CI -1.026--0.208、 $p = 0.003$)。異質性は非常に低い ($I^2 = 0\%$ 、 $\text{Tau}^2 = 0.000$ 、 $p = 0.608$)。全研究がPRF方向だが効果量は異なり、Majorら [43] が最大、Meschiら [22] は小さく非有意であった。

Singhら [40] はPRFでHA・ CERAMENT™より疼痛消失が早いと報告したが、他研究は有意差を認めなかった [23,26]。

尺度、追跡、鎮痛、製剤に差はあるが方向は概ね一貫した。A-PRF+・ L-PRFもPRFなしより快適さ改善と鎮痛薬減少を示唆した [23,25,43]。尺度・鎮痛法が違っても方向は一貫した [20,23,43] が、方法差、少数標本、手術・評価差により慎重に解釈すべきである。

3.4.2. 浮腫・炎症

少数研究で腫脹スコア、顔面測定、患者不快感、3次元体積により評価した [25,26,43,44]。

多くはPRFなし・従来材料より腫脹・炎症減少傾向を示した。Majorら [43] は標準化3次元顔面表面スキャン・体積解析で第1週の浮腫減少と患者回復改善を認め、PRF優位の平均体積差7.12 cm³ ($p = 0.025$) を報告した。

同様に2研究 [25,44] が良好な傾向を示したが、腫脹低下は一貫して有意ではなかった。

評価法、時点、対照、製剤に大きな差があり、主観スコアと画像・体積法が混在し統合困難だった。対照的にGulseverら [26] は腫脹に有意差を認めなかった。

方法差と比較可能データの少なさから叙述的統合とした。

3.4.3. QOL

少数RCTが主に早期術後のQOL・患者報告項目を評価した [20,23,43]。

Meschiら [20,22] は主に術後QOLを評価し、1年画像ではL-PRFによる骨治癒改善は有意でなかった。

Soto-Peñalozaら [23] は第1週の不快感低下、機能回復、鎮痛薬減少をA-PRF+群に認めた。

Majorら [43] はPROMISと3次元顔面解析でPRF膜の良好な回復を示し、主に疼痛・腫脹低下と早期快適性に関連した。身体機能、睡眠障害、疼痛干渉、社会参加、認知機能が有意に改善した。

QOL尺度、追跡、定義、製剤が異なり、全般的QOLと機能制限・症状・満足度が混在した。少数研究でもあり統合は適切でないとした。

3.4.4. 臨床・X線成功

Molgen、PENN 3D、PAI、症状消退、複合評価など異なる基準を用いた [13,21,25,26]。

全体にPRFが良好な傾向で、特に複雑欠損・広範骨破壊でみられた。Dhimanら [13] は根尖歯頸側欠損で歯周治癒・臨床成功改善を示したが、総合成功に有意差はなかった。Arpithaら [21] はi-PRFとコラーゲン膜で貫通病変のX線治癒、サイズ減少、皮質閉鎖改善を報告した。

X線結果は不一致であった。Karkleら [25] はMolgen・改良PENN 3Dで6・12か月の両群治癒を認めたがA-PRFの一貫した優越性はない。Gulseverら [26] は良好な傾向を示したがPAI群間差は非有意。Meschiら [20,22] はCBCT・超音波で有意改善なし。Mongaら [45] もPRF対HAで有意差なし。

概ね良好な方向だが、基準、画像、形態、追跡、対照に異質性があった。2次元のみの研究と3次元体積・基準を使う研究が混在した。

二値治癒結果は3RCT [13,21,25] をORによるランダム効果メタ解析で統合した (図3)。

図 3

臨床・X線成功のPRF対対照フォレスト図。ORが1を超えればPRFを支持する。ゼ口事象セルに連続性補正を含め、分解できない要因研究は除外した。四角は個別推定、横線95% CI、菱形は統合推定 (赤破線) [13,21,25]。

統合成功に有意差はなかった (OR = 1.22、95% CI 0.30-4.93、I² = 0%、p = 0.539)。Dhiman [13] ・Arpitha [21] は数値上PRFを、Karkle [25] は対照を支持した。少数研究と両群の高成功率からCIは広く不精確であった。

3.4.5. 2次元X線治癒

通常X線、RVG、IOPAR、PAI、PALAを用いた [26,38,45]。複数研究で6-12か月のサイズ・密度を評価した。

Mongaら [45] はPRFがMTA単独より透過像を減らすが、HAとの差は非有意とした。Thanikasalamら [46] ではPRF + ナノ結晶HA + コラーゲンが最も治癒し、PRF単独は不完全だった。

Gulseverら [26] はL-PRFでPAI・PALA改善を示した。他研究も特に面積で良好な治癒傾向を認め [38,40]、Singhら [40] はPRF・CERAMENT™でHAより残存面積が小さいとした。

基準、校正、形態、定量法に差があり、2次元には重なりと体積変化への感度不足という限界もある。

報告・測定差により一部比較のみ統合可能で、複数項目は叙述的に整理した。

3.4.6. CBCT体積骨再生

近年CBCTによる3次元評価が増えた [21,24,25,38,39,41,42]。2次元に比べ、体積減少、皮質修復、密度変化を詳しく評価できる。

KaranとAricioğlu [38] はMTA群とMTA + PRF群で対照より体積的治癒が有意に改善したが、PRF単独は対照と有意差がなかった。Tiwareら [39] はPRF + ハイドロキシアパタイトで欠損体積減少が最大となり、PRF単独とPRF + アレンドロネートは対照と同程度と報告した。

Youら [41] は3か月にPRF・CGFの早期体積治癒が有意に大きい6か月には差がないとした。Arpithaら [21] は両群の皮質窓減少と3次元治癒を認め、i-PRF関連の有意差はなかった。

Kavithaら [42] はCBCT密度解析で、PRF + β -TCPとPRP + β -TCPの双方に経時密度増加を認めた。

最近のRCTは標準化CBCT体積解析でadvanced PRFを評価した。Karkleら [25] は両群の体積減少を認めたが再現性あるA-PRF優越性はなかった。Kumarら [24] は大病変でカルシウムホスホシリケートbone puttyがPRFより2D面積を有意に減少させた。撮像、分割、ソフト、追跡、形態は大きく異なり、絶対体積、百分率、密度との複合報告が混在し直接比較を制限した。Meschiら [22] はL-PRFで有意な体積改善がなく、Bio-Gide®膜では優れた治癒を認めた。

方法・報告の差からCBCT統合は主に記述的に行い、病変・製剤別に層別した。

3.4.7. 骨密度

少数研究がCBCTグレースケールやHU関連評価で欠損内の石灰化組織再生を推定した [38,42,44]。

Karan・Aricioğlu [38] は全群の密度増加と群間非有意差を報告した。Bhardwajら [44] はPRFがHA・通常対照より高い密度と良好な傾向を示した。Kavithaら [42] ではPRF + β -TCP、PRP + β -TCPとも密度が有意に増したが群間差なし。装置、校正、測定法の差で比較可能性は低い。CBCT灰色値は通常CTと同じ真のHUではなく標準化・解釈に限界がある。

画像、報告、定義の異質性から定量統合は適切でないとした。

3.4.8. 複雑欠損

根尖歯頸側、貫通型、広範皮質破壊を伴う大病変を別サブグループ評価した [13,21,24,26,39,45,46]。

Dhimanら [13] は根尖から歯槽骨辺縁に連続する欠損 (apicomarginal defects) で、PRF使用の有無にかかわらず高い治癒率を認め、PRFの対照に対する有意な優越性はなかった。Arpithaら [21] は貫通性病変 (through-and-through lesions) でi-PRFとコラーゲン膜の併用を調べ、両群で良好な治癒と皮質骨開窓部の縮小を認めたが、PENN治癒分類・欠損体積減少に有意な群間差はなかった。

大病変でもPRF系の良好な傾向があった。Monga [45] ・Thanikasalam [46] はPRF + ナノ結晶HA + コラーゲンの貫通・大病変で完全X線治癒を報告した。Kumarら [24] は広範病変でbone puttyよりPRFの3次元骨再生が高いと示した。 [訳注：3.4.8末尾では同じ研究について逆方向を記す。原文を保持。]

Gulseverら [26] は外科的に難しい病変でL-PRFが治癒を改善し得るとした。全体として潜在的利点を示唆するが異質で、すべての項目で一貫した優越性はない。

形態、分類、再生手順、画像、評価が多様で、少数研究と対照差により定量的サブグループ統合は制限された。

スペース維持が必要な大・貫通・根尖歯頸側欠損で、PRF単独は構造支持材に対する再現性ある優越性を一貫して示さなかった [13,21,24,39]。Kumarら [24] は大病変でbone puttyがPRFより3D体積骨再生を有意に改善した。

3.5. バイアスリスク

デザイン別に評価し、RCTのRoB 2判定は表4Aに示す。全RCTが若干の懸念で、主に無作為化、介入逸脱、測定、選択的報告が懸念された。

表 4

(A) RoB 2によるRCT評価。(B) ROBINS-Iによる非ランダム化比較研究評価。

表4 / 分割 1・ 全2 (識別列を再掲)

(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
研究	D1	D2	D3	D4
Dhiman 2015 / [13]	低い	若干の懸念	低い	低い
Meschi 2018/2020 / [20,22]	低い	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念
Soto-Peñaloza 2020 [23]	低い	若干の懸念	低い	低い
Karan & Aricioğlu 2020 [38]	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念
Arpitha 2023 [21]	低い	若干の懸念	若干の懸念	低い
You 2023 [41]	低い	若干の懸念	若干の懸念	低い
Karkle 2025 [25]	低い	若干の懸念	低い	低い
Gulsever 2025 [26]	低い	若干の懸念	低い	若干の懸念
Major 2025 [43]	低い	若干の懸念	低い	低い
Kumar 2026 [24]	低い	若干の懸念	低い	低い
(B)	(B)	(B)	(B)	(B)
研究	D1	D2	D3	D4
Monga 2016 [45]	深刻	中程度	低い	中程度
Thanikasalam 2018 [46]	深刻	中程度	低い	中程度
Singh 2020 [40]	深刻	中程度	低い	中程度
Tiwari 2021 [39]	深刻	中程度	低い	中程度
Kavitha 2024 [42]	深刻	中程度	低い	中程度
Bhardwaj 2025 [44]	深刻	中程度	低い	中程度

表4 / 分割 2・ 全2 (識別列を再掲)

(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
研究	D5	D5	D5	総合判定
Dhiman 2015 / [13]	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念
Meschi 2018/2020 / [20,22]	低い	低い	低い	若干の懸念
Soto-Peñaloza 2020 [23]	低い	低い	低い	若干の懸念
Karan & Aricioğlu 2020 [38]	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念
Arpitha 2023 [21]	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念
You 2023 [41]	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念
Karkle 2025 [25]	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念
Gulsever 2025 [26]	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念
Major 2025 [43]	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念
Kumar 2026 [24]	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念	若干の懸念
(B)	(B)	(B)	(B)	(B)
研究	D5	D6	D7	総合判定
Monga 2016 [45]	低い	中程度	中程度	深刻
Thanikasalam 2018 [46]	低い	中程度	中程度	深刻
Singh 2020 [40]	低い	中程度	中程度	深刻
Tiwari 2021 [39]	低い	中程度	中程度	深刻
Kavitha 2024 [42]	低い	中程度	中程度	深刻
Bhardwaj 2025 [44]	中程度	中程度	中程度	深刻

略語： (A) D1 = 無作為化、D2 = 意図介入からの逸脱、D3 = 欠測、D4 = 測定、D5 = 報告結果選択のバイアス。RoB 2に従い領域・総合判定し、総合はRoB 2アルゴリズムで導出。(B) D1 = 交絡、D2 = 対象者選択、D3 = 介入分類、D4 = 介入逸脱、D5 = 欠測、D6 = 測定、D7 = 報告結果選択。ROBINS-Iとそのガイダンスに従って判定。

非ランダム化はROBINS-I (表4B) で別評価した。6研究すべて総合リスクは深刻で、主に交絡の影響による。選択、逸脱、測定、報告選択にも懸念があった。

非ランダム化は特に交絡・選択バイアスによりRCTより方法的不確実性が高かった。

デザイン、PRF手順、対照、定義の異質性により推定値を慎重に解釈した。少数標本、術者盲検不可、不完全報告、脱落、解析単位の差は共通の限界だった。

3.6. GRADEの確実性

多くの項目は方法的限界、少数標本、不精確さ、臨床異質性により低～非常に低であった（表5）。

表 5

歯内療法手術のPRF・派生材に関連する術後・治療項目のGRADE評価。

評価項目	比較	証拠	主要効果	GRADE確実性	理由
早期術後疼痛	PRF・派生材対PRFなし	3報告、約120人	SMD -0.62 [-1.03; -0.21] PRF支持	中程度	方向は一貫するが研究数・参加者数不足による深刻な不精確さで格下げ。
浮腫・炎症	PRF対対照	3D測定1研究 + 叙述的証拠	Major 2025でPRFにより浮腫低下	低い	不精確さ、単一研究、追試不足で格下げ。
QOL	PRF・派生材対PRFなし	3報告	一部機能領域に良好傾向、統合推定なし	低い	非一貫性、異質なPROM、統合定量解析欠如で格下げ。
臨床・X線成功	PRF・派生材対対照	直接統合可能な3RCT	OR 1.22 [0.30; 4.93] 非有意	非常に低い	深刻な不精確さ、少ない事象、異質な治療基準、高バイアスリスクで格下げ。
CBCT体積減少	PRF対対照・活性材料	複数研究、一括統合なし	早期利益の可能性、長期効果不一致	非常に低い	対照、追跡、体積測定法の大きな異質性と効果方向の不一致で格下げ。
骨密度	PRF対対照・HA・PRP + β -TCP	3研究	全般的密度増加、明確なPRF優越性なし	非常に低い	深刻な非一貫性、異なる密度指標HU/GSV、少数標本、間接比較で格下げ。
PRF対活性材料	PRF対HA・CERAM ENT・bone putty	4研究	結果不一致、Kumar 2026 [24] ではbone putty優位	非常に低い	材料・項目定義の大きな臨床的異質性と比較効果の不一致で格下げ。

早期疼痛が最も一貫してPRF方向だったが、研究数不足で確実性を下げた。浮腫、炎症、QOLも有望だが、尺度差と反復検証不足で低い。

臨床X線成功・CBCT体積は広いCI、少ない事象、基準・画像の差、方向不一致で非常に低い。骨密度と活性材料比較も材料差、間接比較、数値不一致から非常に不確かである。術後の一部項目を改善し得るが、通常材料・対照への頑健な優越性は確定していない。

4. 考察

PRFの効果は項目に強く依存する。早期疼痛・患者回復には比較的一貫した利点があるが、長期骨再生・X線治療は異質で結論に至らない。

4.1. 術後回復

疼痛は定量的に一貫性が最大だった。Majorら [43] と統合解析はPRFによる早期低下を支持する。尺度、鎮痛、評価が異なっても方向は一貫したが、直接統合できる少数研究、方法、製剤・調製、手術、評価の差から慎重に解釈すべきである。統計異質性は低く、全試験の方向一致は早期回復改善への寄与を示唆する。

浮腫・QOLも特に患者報告と3次元顔面解析の研究でPRFを支持する [23,43,47,48] が、定義、PROM、評価法が違い直接比較は難しい。今後は妥当性あるPROM、標準鎮痛、客観的体積腫脹評価が必要である。全体の方向は早期炎症反応の改善を示唆する。

全体として患者中心項目・早期回復を改善し得るが、小標本、評価差、バイアスで確実性は限られる。

4.2. 骨再生

長期骨再生の頑健・再現性ある効果は支持されない。CBCTは一部状況で早期治癒加速を示唆するが長期追跡で優位性が薄れる [24,25,38,39,41] 。PRFは初期成長因子放出で作用する一方、大欠損には構造安定、再生空間、長期足場支持も必要なため生物学的に妥当である。

体積骨再生・3次元治癒に寄与し得るものの、異質で対照・活性材料より常に優れてはいない。

長期臨床X線治癒の一貫・再現性ある改善は得られない可能性があるが、形態・基準・手順・画像差から慎重に解釈すべきである。

2次元X線治癒を改善し得るが、方法差と画像の限界から慎重な解釈が必要である。

石灰化組織形成・X線密度改善に寄与し得るが、現証拠は限定的・異質である。

PRFと成長因子豊富血漿PRGFの区別も重要である。どちらも自家血小板由来だが生物学的・方法的に異なる [49] 。PRGFは白血球を除外する血漿分画から、比較的制御された放出の液・ゲルを作る [50] 。PRFは血小板、白血球、サイトカインを含むフィブリン基質で、分解時に徐放する [16,17] 。

密な構造のPRFはより長い放出と足場安定性をもつ可能性があり、PRGFは標準化と低炎症細胞含量に関連する [49] 。差は炎症、血管新生、早期成熟へ影響し得る。他外科領域ではPRGFは安全に提供でき疼痛などを改善し得るが、効果は小さく組織・手順に依存する可能性がある [51] 。

EMSで両者の直接比較は極めて少なく、どちらの優越性も確かな結論に至らない。

両濃縮物とも調製法、遠心条件、項目の不均一さと少数標本の限界を共有する。

PRFとPRGFを生物学的同等・互換とする証拠はない。標準EMSで直接比較するRCTにより、回復、体積骨治癒、長期再生の差を明らかにする価値がある。

4.3. 複雑欠損のPRF対材料

大きい、囲まれない、貫通、根尖歯頸側病変では、構造支持・空間維持が必要な膜・骨伝導材の代替とPRF単独を解釈すべきでない [13,21,24,40,42,45,46] 。活性材料との比較は手術単独との比較と異なる臨床的問いである。一部移植材の良好な長期体積結果は、PRFを独立足場より治癒の生物学的補助として捉える見方を支持する。

それでも空間維持、血管新生、軟組織排除が重要な複雑欠損にPRFが特に役立つ可能性がある。構造を失った欠損では骨伝導材の代替でなく、血管・軟組織治癒を促す補助としてより有効かもしれない。

4.4. 方法と確実性

調製、遠心、形態、画像、治癒基準、定義、追跡は大きく異なり、一括定量統合を制限した。項目別・群別の解釈が必要である。

全RCTが若干の懸念で、無作為化、隠蔽、対象者・評価者盲検の報告不足があった。追跡不完全・脱落情報不足もある。非ランダム化は交絡・選択により不確実性が高い。小標本と測定・画像差で不精確さが増す。製剤別に確かなメタ解析ができるほど証拠がなく、異なる製剤や材料併用を一緒に解析した。確実性はレビュー全体でなく項目別に解釈すべきである。

再生項目の大半はGRADE低～非常に低で、長期骨治癒の結論は慎重に解釈すべきである。早期回復の証拠はより一貫するが標本・方法差による制限が残る。

4.5. 臨床的意義と今後

現証拠はEMS後の快適性・早期軟組織治癒のためPRFを用いる合理性を示唆する。ただし構造支持・空間維持が必要な欠損で膜・骨伝導材の予知性ある代替とすべきではない。回復、軟組織、X線修復、長期体積再生などの主要目的に応じ個別計画すべきである。

今後は十分な標本、多施設RCT、標準PRF調製、CBCT体積評価、妥当性あるPROM、形態・対照別解析を優先すべきである。

5. 結論

証拠の限界内で、PRFは特に第1週疼痛の軽減による早期回復の補助となり得る。しかし通常EMSに対する長期骨再生・総合臨床X線治癒の一貫した利益は示されない。確実性は中～非常に低で研究は異質なため、標準CBCT指標による良質RCTで役割を明らかにする必要がある。

補足資料

<https://www.mdpi.com/article/10.3390/jcm15166392/s1>。S1：PRISMA 2020チェックリスト。S2-表S1：データベース検索。表S2：レビュー除外研究と理由 [52,53,54,55,56,57]。

著者貢献

概念化：J.J.S.-E., J.M.-G., D.C.-B.。データ管理：C.V.d.P., P.M.-M., J.J.S.-S.。正式解析：J.J.S.-E., J.M.-G., P.M.-M., D.C.-B.。調査：C.V.d.P., J.J.S.-S., J.J.S.-E.。方法：J.J.S.-E., M.L.-L., D.C.-B.。監督：J.J.S.-E., P.M.-M.。検証：J.J.S.-E., D.C.-B.。初稿：J.J.S.-E., P.M.-M., M.L.-L., C.V.d.P.。レビュー・編集：J.J.S.-E., D.C.-B., C.V.d.P., M.L.-L., P.M.-M., J.J.S.-S., J.M.-G.。全員が公表版を読み同意した。

倫理審査

該当なし。

同意声明

該当なし。

データ利用可能性

新しいデータは作成・解析していない。データ共有は該当しない。

利益相反

利益相反なし。

資金提供

外部資金援助なし。

脚注

免責 / 出版社注記：記載された声明、意見、データは個々の著者・寄稿者のもので、MDPI・編集者のものではない。考え、方法、指示、製品から生じる人・財産への損害にMDPI・編集者は責任を負わない。

参考文献

1. Siqueira J.J.F., Rôças I.N. Present Status and Future Directions in Endodontic. *Endod. Top.* 2014;30:3-22. doi: 10.1111/etp.12060.
2. Graunaitė I., Lodiene G., Maciulskienė V. Pathogenesis of Apical Periodontitis: A Literature Review. *J. Oral Maxillofac. Res.* 2011;2:2. doi: 10.5037/JOMR.2011.2401.
3. Nair P.N.R. On the Causes of Persistent Apical Periodontitis: A Review. *Int. Endod. J.* 2006;39:249-281. doi: 10.1111/j.1365-2591.2006.01099.x.
4. Siqueira J.F., Rôças I.N., Ricucci D., Hülsmann M. Causes and Management of Post-Treatment Apical Periodontitis. *Br. Dent. J.* 2014;216:305-312. doi: 10.1038/SJ.BDJ.2014.200.
5. Setzer F.C., Shah S.B., Kohli M.R., Karabucak B., Kim S. Outcome of Endodontic Surgery: A Meta-Analysis of the Literature--Part 1: Comparison of Traditional Root-End Surgery and Endodontic Microsurgery. *J. Endod.* 2010;36:1757-1765. doi: 10.1016/j.joen.2010.08.007.
6. Yan M.T. The Management of Periapical Lesions in Endodontically Treated Teeth. *Aust. Endod. J.* 2006;32:2-15. doi: 10.1111/j.1747-4477.2006.00002.x.
7. Kim U., Kim E. Optimising Outcomes in Endodontic Microsurgery: Evidence, Uncertainties and Future Directions. *Int. Endod. J.* 2026;59:746-761. doi: 10.1111/IEJ.70100.
8. Setzer F.C., Kratchman S.I. Present Status and Future Directions: Surgical Endodontics. *Int. Endod. J.* 2022;55:1020-1058. doi: 10.1111/IEJ.13783.
9. Kim E., Song J.S., Jung I.Y., Lee S.J., Kim S. Prospective Clinical Study Evaluating Endodontic Microsurgery Outcomes for Cases with Lesions of Endodontic Origin Compared with Cases with Lesions of Combined Periodontal-Endodontic Origin. *J. Endod.* 2008;34:546-551. doi: 10.1016/j.joen.2008.01.023.
10. Yoo Y.J., Cho E.B., Perinpanayagam H., Gu Y., Zhu Q., Noblett W.C., Kum K.Y. Endodontic Microsurgery Outcomes over 10 Years and Associated Prognostic Factors: A Retrospective Cohort Study. *J. Endod.* 2024;50:934-943. doi: 10.1016/J.JOEN.2024.04.009.
11. Kim U., Park H., Kim S., Kim E. Comparative Outcome Analysis of Endodontic Microsurgery for Through-and-Through Lesions Using Propensity Score Matching: A Retrospective Cohort Study. *J. Endod.* 2026;52:548-557. doi: 10.1016/J.JOEN.2025.11.011.
12. Schloss T., Sonntag D., Kohli M.R., Setzer F.C. A Comparison of 2- and 3-Dimensional Healing Assessment after Endodontic Surgery Using Cone-Beam Computed Tomographic Volumes or Periapical Radiographs. *J. Endod.* 2017;43:1072-1079. doi: 10.1016/J.JOEN.2017.02.007.
13. Dhiman M., Kumar S., Duhan J., Sangwan P., Tewari S. Effect of Platelet-Rich Fibrin on Healing of Apicomarginal Defects: A Randomized Controlled Trial. *J. Endod.* 2015;41:985-991. doi: 10.1016/j.joen.2015.04.004.
14. von Arx T. Apical Surgery: A Review of Current Techniques and Outcome. *Saudi Dent. J.* 2011;23:9-15. doi: 10.1016/J.SDENTJ.2010.10.004.
15. Miron R.J., Zucchelli G., Pikos M.A., Salama M., Lee S., Guillemette V., Fujioka-Kobayashi M., Bishara M., Zhang Y., Wang H.L., et al. Use of Platelet-Rich Fibrin in Regenerative Dentistry: A Systematic Review. *Clin. Oral Investig.* 2017;21:1913-1927. doi:

10.1007/S00784-017-2133-Z.

16. Kobayashi E., Flückiger L., Fujioka-Kobayashi M., Sawada K., Sculean A., Schaller B., Miron R.J. Comparative Release of Growth Factors from PRP, PRF, and Advanced-PRF. *Clin. Oral Investig.* 2016;20:2353-2360. doi: 10.1007/S00784-016-1719-1.
17. Dohan D.M., Choukroun J., Diss A., Dohan S.L., Dohan A.J.J., Mouhyi J., Gogly B. Platelet-Rich Fibrin (PRF): A Second-Generation Platelet Concentrate. Part III: Leucocyte Activation: A New Feature for Platelet Concentrates? *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2006;101:e51-e55. doi: 10.1016/J.TRIPLEO.2005.07.010.
18. Choukroun J., Diss A., Simonpieri A., Girard M.O., Schoeffler C., Dohan S.L., Dohan A.J.J., Mouhyi J., Dohan D.M. Platelet-Rich Fibrin (PRF): A Second-Generation Platelet Concentrate. Part IV: Clinical Effects on Tissue Healing. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2006;101:e56-e60. doi: 10.1016/J.TRIPLEO.2005.07.011.
19. Dohan D.M., Choukroun J., Diss A., Dohan S.L., Dohan A.J.J., Mouhyi J., Gogly B. Platelet-Rich Fibrin (PRF): A Second-Generation Platelet Concentrate. Part I: Technological Concepts and Evolution. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2006;101:e37-e44. doi: 10.1016/J.TRIPLEO.2005.07.008.
20. Meschi N., Fieuws S., Vanhoenacker A., Strijbos O., Van der Veken D., Politis C., Lambrechts P. Root-End Surgery with Leucocyte- and Platelet-Rich Fibrin and an Occlusive Membrane: A Randomized Controlled Clinical Trial on Patients' Quality of Life. *Clin. Oral Investig.* 2018;22:2401-2411. doi: 10.1007/S00784-018-2343-Z.
21. Arpitha M., Tewari S., Sangwan P., Gupta A. Efficacy of Mixture of Injectable-Platelet-Rich Fibrin and Type-1 Collagen Particles on the Closure of through-and-through Periapical Bone Defects: A Randomized Controlled Trial. *Int. Endod. J.* 2023;56:1197-1211. doi: 10.1111/iej.13954.
22. Meschi N., Vanhoenacker A., Strijbos O., Camargo dos Santos B., Rubbers E., Peeters V., Curvers F., Van Mierlo M., Geukens A., Fieuws S., et al. Multi-Modular Bone Healing Assessment in a Randomized Controlled Clinical Trial of Root-End Surgery with the Use of Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin and an Occlusive Membrane. *Clin. Oral Investig.* 2020;24:4439-4453. doi: 10.1007/S00784-020-03309-1.
23. Soto-Peñaloza D., Peñarrocha-Diogo M., Cervera-Ballester J., Peñarrocha-Diogo M., Tarazona-Alvarez B., Peñarrocha-Oltra D. Pain and Quality of Life after Endodontic Surgery with or without Advanced Platelet-Rich Fibrin Membrane Application: A Randomized Clinical Trial. *Clin. Oral Investig.* 2020;24:1727-1738. doi: 10.1007/s00784-019-03033-5.
24. Kumar P., Soundharrajan P., Shanmugam S., Pathak K., Sharma R., Patnana A.K. Two-Dimensional and Three-Dimensional Evaluation of Bone Regeneration Using Platelet-Rich Fibrin versus Bone Putty in Large Periapical Lesions after Endodontic Surgery: A Randomized Clinical Trial. *J. Conserv. Dent. Endod.* 2026;29:246-251. doi: 10.4103/JCDE.JCDE_1049_25.
25. Karkle A., Neimane L., Zolovs M., Dambergis M., Meistere D., Vaskevica A., Slaidina A. Impact of Advanced Platelet-Rich Fibrin on Early Bone Healing After Endodontic Microsurgery: A Randomized Controlled Trial. *Diagnostics.* 2025;15:516. doi: 10.3390/DIAGNOSTICS15050516.
26. Gulsever S., Ersahan S., Hepsenoglu Y.E., Tekin A. Apicoectomy versus Apical Curettage in Combination with or without L-PRF Application: A Randomized Clinical Trial. *Sci. Rep.* 2025;15:8121. doi: 10.1038/s41598-025-92787-y.
27. Patel S., Brown J., Pimentel T., Kelly R.D., Abella F., Durack C. Cone Beam Computed Tomography in Endodontics-A Review of the Literature. *Int. Endod. J.* 2019;52:1138-1152. doi: 10.1111/IEJ.13115.
28. Patel S., Brown J., Semper M., Abella F., Mannocci F. European Society of Endodontology Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics: European Society of Endodontology (ESE) Developed By. *Int. Endod. J.* 2019;52:1675-1678. doi: 10.1111/IEJ.13187.
29. Sinha A., Jain A.K., Rao R.D., Sivasailam S., Jain R. Effect of Platelet-Rich Fibrin on Periapical Healing and Resolution of Clinical Symptoms in Patients Following Periapical Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Conserv. Dent. Endod.* 2023;26:366-376. doi: 10.4103/jcd.jcd_195_23.
30. Page M.J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M., Boutron I., Hoffmann T.C., Mulrow C.D., Shamseer L., Tetzlaff J.M., Akl E.A., Brennan S.E., et al. The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *BMJ.* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71.
31. Rethlefsen M.L., Kirtley S., Waffenschmidt S., Ayala A.P., Moher D., Page M.J., Koffel J.B., PRISMA-S Group PRISMA-S: An Extension to the PRISMA Statement for Reporting Literature Searches in Systematic Reviews. *Syst. Rev.* 2021;10:39. doi: 10.1186/S13643-020-01542-Z.
32. Cumpston M., Li T., Page M.J., Chandler J., Welch V.A., Higgins J.P., Thomas J. Updated Guidance for Trusted Systematic Reviews: A New Edition of the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2019;10:ED000142. doi: 10.1002/14651858.ED000142.

33. Wallace B.C., Schmid C.H., Lau J., Trikalinos T.A. Meta-Analyst: Software for Meta-Analysis of Binary, Continuous and Diagnostic Data. *BMC Med. Res. Methodol.* 2009;9:80. doi: 10.1186/1471-2288-9-80.
34. Sterne J.A.C., Savović J., Page M.J., Elbers R.G., Blencowe N.S., Boutron I., Cates C.J., Cheng H.Y., Corbett M.S., Eldridge S.M., et al. RoB 2: A Revised Tool for Assessing Risk of Bias in Randomised Trials. *BMJ.* 2019;366:l4898. doi: 10.1136/BMJ.L4898.
35. Sterne J.A., Hernán M.A., Reeves B.C., Savović J., Berkman N.D., Viswanathan M., Henry D., Altman D.G., Ansari M.T., Boutron I., et al. ROBINS-I: A Tool for Assessing Risk of Bias in Non-Randomised Studies of Interventions. *BMJ.* 2016;355:i4919. doi: 10.1136/bmj.i4919.
36. Guyatt G., Oxman A.D., Akl E.A., Kunz R., Vist G., Brozek J., Norris S., Falck-Ytter Y., Glasziou P., DeBeer H., et al. GRADE Guidelines: 1. Introduction-GRADE Evidence Profiles and Summary of Findings Tables. *J. Clin. Epidemiol.* 2011;64:383-394. doi: 10.1016/j.jclinepi.2010.04.026.
37. Sterne J.A.C., Egger M. Funnel Plots for Detecting Bias in Meta-Analysis: Guidelines on Choice of Axis. *J. Clin. Epidemiol.* 2001;54:1046-1055. doi: 10.1016/S0895-4356(01)00377-8.
38. Karan N.B., Aricioğlu B. Assessment of Bone Healing after Mineral Trioxide Aggregate and Platelet-Rich Fibrin Application in Periapical Lesions Using Cone-Beam Computed Tomographic Imaging. *Clin. Oral Investig.* 2020;24:1065-1072. doi: 10.1007/s00784-019-03003-x.
39. Tiwari U., Chandra R., Tripathi S., Jain J., Jaiswal S., Tiwari R. Comparative Analysis of Platelet-Rich Fibrin, Platelet-Rich Fibrin with Hydroxyapatite and Platelet-Rich Fibrin with Alendronate in Bone Regeneration: A Cone-Beam Computed Tomography Analysis. *J. Conserv. Dent.* 2021;23:348. doi: 10.4103/JCD.JCD_228_20.
40. Singh R., Mahin P., Ismail P.M.S., Kambli V., Kumar R., Singh K.D., Kochhar A.S., Babaji P. Evaluation of Hydroxyapatite Granules, CERAMENTTM, and Platelet-Rich Fibrin in the Management of Endodontic Apical Surgery. *J. Contemp. Dent. Pract.* 2020;21:554-557. doi: 10.5005/JP-JOURNALS-10024-2825.
41. You J., Jung G., Oh J., Moon S., Lee W., Jo H. Volumetric Evaluation of Effects of Platelet-Rich Fibrin and Concentrated Growth Factor on Early Bone Healing after Endodontic Microsurgery: A Randomized Controlled Trial. *BMC Oral Health.* 2023;23:821. doi: 10.1186/s12903-023-03530-w.
42. Kavitha M., Krishnaveni R., Jaikailash S., Ranjani M.S., Hemamalini R., Rohit K.M. Comparative Evaluation of Platelet-Rich Plasma + β -Tricalcium Phosphate and Platelet-Rich Fibrin + β -Tricalcium Phosphate for Healing Periapical Lesions, Using Cone Beam Computed Tomography-An in Vivo Study. *Med. Pharm. Rep.* 2024;97:549-556. doi: 10.15386/mpr-2637.
43. Major M., Polyák M., Würsching T., Kammerhofer G., Kocsis É., Németh Z., Szabó G. PRF Membranes Enhance Postoperative Recovery After Periapical Surgery: A Single-Blind Randomized Pilot Trial Using 3D Imaging. *Oral.* 2025;5:98. doi: 10.3390/oral5040098.
44. Bhardwaj S., Singh G., Gaur A. Platelet Rich Fibrin versus Hydroxyapatite in the Management of Periapical Inflammatory Lesions: A Prospective Clinico-Radiographic Comparative Analysis. *J. Oral Maxillofac. Surg. Med. Pathol.* 2025;37:906-914. doi: 10.1016/j.ajoms.2025.03.005.
45. Monga P., Grover R., Mahajan P., Keshav V., Singh N., Singh G. A Comparative Clinical Study to Evaluate the Healing of Large Periapical Lesions Using Platelet-Rich Fibrin and Hydroxyapatite. *Endodontology.* 2016;28:27. doi: 10.4103/0970-7212.184336.
46. Thanikasalam M., Ahamed S., Narayana S., Bhavani S., Rajaraman G. Evaluation of Healing after Periapical Surgery Using Platelet-rich Fibrin and Nanocrystalline Hydroxyapatite with Collagen in Combination with Platelet-rich Fibrin. *Endodontology.* 2018;30:25-31. doi: 10.4103/endo.endo_55_17.
47. Singh S., Abdul M.S.M., Sharma U., Sainudeen S., Jain C., Kalliath J.T. An in Vitro Comparative Evaluation of Volume of Removed Dentin, Canal Transportation, and Centering Ratio of 2Shape, WaveOne Gold, and ProTaper Gold Files Using Cone-Beam Computed Tomography. *J. Int. Soc. Prev. Community Dent.* 2019;9:481-485. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD_444_18.
48. Del Fabbro M., Ceresoli V., Lolato A., Taschieri S. Effect of platelet concentrate on quality of life after periradicular surgery: A randomized clinical study. *J. Endod.* 2012;38:733-739. doi: 10.1016/j.joen.2012.02.022.
49. Vahabi S., Vaziri S., Torshabi M., Rezaei Esfahrood Z. Effects of Plasma Rich in Growth Factors and Platelet-Rich Fibrin on Proliferation and Viability of Human Gingival Fibroblasts. *J. Dent.* 2015;12:504-512.
50. Anitua E., Sánchez M., Orive G., Andía I. The Potential Impact of the Preparation Rich in Growth Factors (PRGF) in Different Medical Fields. *Biomaterials.* 2007;28:4551-4560. doi: 10.1016/J.BIOMATERIALS.2007.06.037.
51. de la Portilla F., Segura-Sampedro J.J., Reyes-Díaz M.L., Maestre M.V., Cabrera A.M., Jimenez-Rodríguez R.M., Vázquez-Monchul J.M., Diaz-Pavón J.M., Padillo-Ruiz F.J. Treatment of transsphincteric fistula-in-ano with growth factors from autologous platelets: Results of a phase II clinical trial. *Int. J. Colorectal Dis.* 2017;32:1545-1550. doi: 10.1007/s00384-017-2866-9.

52. Govindaraju L., Antony D.P., Pradeep S. Surgical management of radicular cyst with the application of a natural platelet concentrate: A case report. *Cureus*. 2023;15:e33992. doi: 10.7759/cureus.33992.
53. di Lauro A.E., Valletta A., Aliberti A., Cangiano M., Dolce P., Sammartino G., Gasparro R. The Effectiveness of Autologous Platelet Concentrates in the Clinical and Radiographic Healing after Endodontic Surgery: A Systematic Review. *Materials*. 2023;16:7187. doi: 10.3390/ma16227187.
54. Qurban H.A., Hamadallah H.H., Madkhaly M.M., Hakeem M.M., Alqutaibi A.Y. Leukocyte-Platelet-Rich Fibrin in bone regeneration after periapical surgery: A 30-month follow-up clinical report. *Reports*. 2024;7:32. doi: 10.3390/reports7020032.
55. Leopoldo H.A., Lopes M.M.P., Heggendorf F.L. Association of the L-PRF technique in apicoectomies of different etiopathogenies. *Rev. Caribeña Cienc. Soc.* 2024;13:e4036. doi: 10.55905/rcssv13n6-009.
56. Rebimbas Guerreiro S., Marto C.M., Paula A., Paulo S. Platelet-rich plasma and platelet-rich fibrin in endodontics: A scoping review. *Int. J. Mol. Sci.* 2025;26:5479. doi: 10.3390/ijms26125479.
57. Krishnamurthy M., Narayanan S., Leburu A., Selvendran K.E., Praveen N. Application of titanium-platelet-rich fibrin (T-PRF) in the surgical management of a periapical lesion: A report of two cases. *J. Conserv. Dent. Endod.* 2025;28:1302-1307. doi: 10.4103/jcde.jcde_744_25.

関連データ

補足資料

データ利用可能性

新しいデータは作成・解析していない。データ共有は該当しない。

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)

1Department of Stomatology, Endodontic Division, School of Dentistry, University of Sevilla, C/Avicena s/n, 41009 Sevilla, Spain; carlos_odn@hotmail.com (C.V.d.P.); mleon12@us.es (M.L.-L.); dcabanillas@us.es (D.C.-B.); jmartin30@us.es (J.M.-G.)

2Faculty of Health Sciences and Sports, University Center San Isidoro affiliated with Pablo de Olavide University, 41092 Sevilla, Spain

3Faculty of Medicine, Universidad San Pablo-CEU, 28040 Madrid, Spain; juan.segura1@ceu.es

4Translational Research and Innovation Group in General and Digestive Surgery, Research Institute, Hospital Universitario La Paz (IdIPaz), 28046 Madrid, Spain

原著・翻訳情報

PMID : 42652796 | DOI : 10.3390/jcm15166392

原文確認資料 : <https://www.ebi.ac.uk/europepmc/webservices/rest/PMC13513751/fullTextXML>

原著公開日 : 2026-08-18 | 翻訳日 : 2026-09-15

主文・表・図注の日本語訳 (原図・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。原図、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。