

根分叉区骨缺损外形及牙龈表型对引导性牙周组织再生术疗效的影响分析

黄 玉

云南省曲靖中心医院口腔科, 云南 曲靖

收稿日期: 2025年11月12日; 录用日期: 2025年12月6日; 发布日期: 2025年12月16日

摘 要

牙周组织再生是牙周病治疗的终极目标之一, 引导性牙周组织再生术(guided tissue regeneration, GTR)是治疗根分叉病变的有效手段, 但其疗效存在较大变异性和不确定性。通过大量临床手术研究分析, 对于磨牙, 根分叉区骨缺损形态及牙龈表型是影响GTR术后再生效果的关键内在因素。本文系统阐述了根分叉区骨缺损的形态、深度、宽度、骨壁数量及根柱形态等关键外形指标及不同牙龈表型对GTR疗效的影响机制。分析认为, 三壁骨缺损、窄而深的缺损形态、良好的根柱形态同时伴有软组织厚龈生物型能为膜下血凝块的稳定、再生空间的维持及干细胞的选择性附着提供有利的生物学环境, 从而获得更可预测的再生效果, 宽而浅的缺损、二壁或一壁骨缺损及薄龈生物型则因空间维持能力差、血供不足等原因, 预后较差, 长期临床实践发现对于薄龈型牙龈表型, 软组织移植是提高治疗成功率、确保长期稳定性和美学效果的重要前提, 术前通过临床和影像学手段精确评估缺损外形及软组织生物学表型是病例选择成功、制定合理手术方案并最终获得理想疗效的前提。

关键词

引导性牙周组织再生术, 根分叉病变, 骨缺损外形, 牙龈生物学表型, 薄龈生物型, 稳定性, 美学效果, 疗效影响因素, 病例选择

Analysis of the Influence of Root Fork Bone Defect Shape and Gingival Phenotype on the Efficacy of Guided Periodontal Tissue Regeneration

Yu Huang

Department of Stomatology, Qujing Central Hospital, Qujing Yunnan

Received: November 12, 2025; accepted: December 6, 2025; published: December 16, 2025

文章引用: 黄玉. 根分叉区骨缺损外形及牙龈表型对引导性牙周组织再生术疗效的影响分析[J]. 临床医学进展, 2025, 15(12): 2015-2021. DOI: 10.12677/acm.2025.15123621

Abstract

Periodontal tissue regeneration represents one of the ultimate goals in periodontal disease treatment. Guided tissue regeneration (GTR) serves as an effective approach for managing furcation involvement, yet its efficacy exhibits considerable variability and uncertainty. Analysis of extensive clinical surgical studies indicates that for molars, the morphology of furcation bone defects and gingival phenotype constitute key intrinsic factors influencing the regenerative outcomes following GTR. This paper systematically elucidates the mechanisms by which key morphological indicators—including the shape, depth, width, number of bone walls, and root column morphology of furcation bone defects—along with different gingival phenotypes influence the efficacy of GTR. Analysis suggests that a three-wall bone defect, narrow and deep defect morphology, well-preserved root canal morphology, combined with a thick gingival biological type, provides a favorable biological environment for the stability of submembranous blood clots, maintenance of regenerative space, and selective attachment of stem cells. This leads to more predictable regenerative outcomes. Conversely, wide and shallow defects, two-wall or single-wall bone defects, and thin gingival biotypes exhibit poorer prognosis due to inadequate space maintenance and insufficient blood supply. Long-term clinical practice reveals that for thin gingival biotypes, soft tissue grafting is a crucial prerequisite for enhancing treatment success rates, ensuring long-term stability, and achieving aesthetic outcomes. Accurate preoperative assessment of defect morphology and soft tissue biological characteristics through clinical and imaging methods is essential for successful case selection, development of appropriate surgical plans, and ultimately achieving optimal outcomes.

Keywords

Guided Periodontal Tissue Regeneration, Furcation Involvement, Bone Defect Morphology, Gingival Biological Phenotype, Thin Gingival Biotype, Stability, Aesthetic Outcome, Factors Influencing Treatment Efficacy, Case Selection

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

GTR 技术的原理在于通过屏障膜创建一个受保护的隔离空间, 允许牙周膜细胞优先占据根面, 形成新的牙骨质、牙槽骨和牙周膜[1]。然而, 临床实践中, GTR 治疗根分叉病变的成功率波动较大。除了患者全身因素、菌斑控制水平和手术技巧外, 根分叉区的骨缺损外形也是一个决定性因素[2] (如图 1 示), 大量临床手术发现, 实际操作中, 软组织的牙龈生物表型, 也是一个关键的核心因素。软硬组织的解剖外形及生物学表型直接决定了再生过程的生物学环境是否理想。

2. 硬组织外形

2.1. 根分叉区骨缺损的形态(骨壁数量)

这是最重要的影响因素。根据骨壁的存留情况, 根分叉骨缺损可分为: 三壁骨缺损、二壁骨缺损、一壁骨缺损[3] [4]。三壁骨缺损: 这是 GTR 最理想的适应症。缺损的近中、远中、颊/舌侧骨壁均存在, 形成一个类似“坑状”或“凹坑状”的解剖结构。三壁结构能自然地植入的骨替代材料和覆盖的屏障膜提供坚实的支撑, 有效抵抗咀嚼压力和软组织塌陷, 确保再生空间的稳定。多个骨壁意味着有多个方

向的骨髓腔来源的成骨细胞和生长因子能够进入缺损区，为组织再生提供丰富的营养和细胞来源。封闭的环境有利于血凝块的形成和稳定，这是组织再生的基质和基础[5]。

二壁骨缺损：常见于邻面颊侧或邻面舌侧的两壁缺失。疗效介于三壁和一壁之间，但可预测性显著低于三壁缺损。空间维持能力减弱，膜和移植物有从缺失骨壁侧塌陷或溢出的风险。血供来源相对减少[6]。

一壁骨缺损(坑洞状缺损)：通常仅存留一个骨壁(多为根尖方骨壁)这是 GTR 预后最差的缺损形态。几乎无法靠自身结构维持再生空间，完全依赖屏障膜的刚性(对于不可吸收膜)或移植物的支撑作用，失败率高。单方面的血供难以支持大规模的组织再生[6][7]。由于软组织瓣在缺乏骨支撑的情况下难以完全闭合，术后膜暴露和感染的风险大大增加。

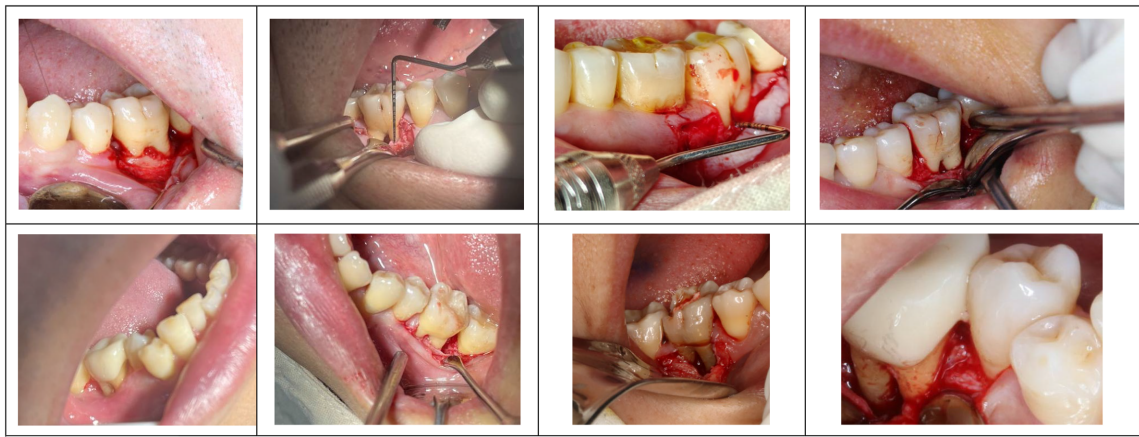


Figure 1. Root forking lesions of different severity levels (Note: All images provided by Dr. Huang Yu)
图 1. 不同程度根分叉病变(注：所有图片均由黄玉医师提供)

2.2. 根分叉区骨缺损的深度与宽度

深而窄的缺损：此类缺损是 GTR 的优势适应症。

机制：窄的开口有利于龈瓣的初期闭合，减少膜暴露风险，深的腔隙为再生提供充足的体积[8]，同时其“窄口大肚”的形态如同一个“烧瓶”能很好地容纳和稳定移植物与血凝块。

宽而浅的缺损：此类缺损的 GTR 疗效通常不理想。

空间维持困难，宽大的开口难以有效阻挡软组织瓣和上皮的长入[9]；再生体积有限，浅的缺损本身所能获得的新生骨量和临床附着量有限，有获益可能无法抵消手术带来的创伤和成本；膜的功能难以发挥，在这种形态下，屏障膜的隔离作用大打折扣，因为上皮和结缔组织可以很容易地从缺损边缘爬行进入[10]-[13]。

2.3. 根分叉的开口尺寸与根柱形态

根分叉开口尺寸：开口过小(如下颌磨牙根分叉融合)会阻碍器械进入，导致清创不彻底和膜放置困难，直接影响疗效[14]。

根柱形态：长而分叉角度大的牙根：牙根较长，根分叉角度大，能够提供更大的根面面积和更理想的再生环境。同时，良好的根柱形态有利于龈瓣在根分叉顶方的冠向复位，形成最佳的软组织封闭[15]。

短而融合的牙根：牙根短小，根分叉靠近根尖，不仅再生潜力小，术后牙齿的稳定性也可能受影响[16]。

2.4. 牙根解剖变异

根面沟：尤其常见于上颌磨牙的颊侧根和下颌磨牙的近中根。根面沟的存在形成了一个难以彻底清创的“死角”，并且破坏了牙根表面的规则性，使得屏障膜无法与根面紧密贴合，上皮细胞可沿此通道向下迁移，导致手术失败。牙根凹陷：同样会影响清创的彻底性和膜的贴合度[17][18]。

3. 软组织生物学表型

牙龈表型是指牙齿周围牙龈的宏观形态和微观结构特征，主要包括牙龈的厚度和质地。临床上将其分为两类[19]：

厚龈型牙龈表型：牙龈组织厚实($\geq 1\text{ mm}$)，质地坚韧，角化龈宽度充足，龈乳头丰满，其下方的牙槽骨骨板通常也较厚。

薄龈型牙龈表型：牙龈组织菲薄($< 1\text{ mm}$)，质地脆弱，呈半透明状，角化龈宽度常不足，牙根轮廓清晰可见。

厚龈型牙龈拥有丰富的血管网络，能为再生区域(植骨区、膜覆盖区)提供充足的氧气和营养物质。良好的血供是干细胞存活、迁移和分化的基础，也是清除代谢废物、抵抗感染的前提[20]。因此，厚平型牙龈为组织再生提供了优越的“生物学环境”，愈合潜力大。

薄扇型牙龈，血供相对不足，在手术翻瓣后，牙龈瓣的营养主要依赖于骨面的弥散，这被称为“相对缺血”的状态，这种环境不利于再生材料的血管化，也增加了组织坏死和感染的风险，从而直接制约了再生的效果。成功的牙周再生需要一个在愈合期内完全封闭、不受口腔环境干扰的空间，厚平型牙龈，组织厚实，弹性好，缝合后能够紧密贴合，提供良好的初期创口关闭，确保了下方再生材料(骨粉、生物膜)与外界隔绝，为成骨细胞和牙周膜细胞的生长创造了稳定的“避难所”；薄龈型牙龈，组织菲薄、脆弱，缝合时容易撕裂，且难以在无张力的情况下完全覆盖再生区域。术后轻微的炎症、唇颊肌肉的牵拉都可能导致缝线脱落、牙龈瓣移位或穿孔，使再生材料暴露于口腔，一旦暴露，细菌侵入，再生过程就会失败，转变为普通的创口愈合(瘢痕组织)，甚至导致感染和更严重的牙龈退缩。

厚龈型牙龈耐受性强，术后水肿和不适感相对较轻，恢复更快；薄龈型牙龈非常敏感，手术创伤容易导致明显的炎症反应和术后不适。更重要的是，薄龈在翻瓣后，由于其血供特点，发生边缘组织坏死和退缩的风险远高于厚龈[21]。再生治疗成功后，厚实的牙龈能更好地抵抗日常刷牙、咀嚼等功能性刺激，长期稳定性好。在美学区，厚牙龈能形成更自然的龈缘轮廓和丰满的龈乳头，美观效果可预测性强；薄扇型牙龈即使初期再生成功，薄牙龈也更容易在未来因轻微的刺激(如不当刷牙)或生理性变化而发生退缩，导致牙根暴露，影响美观和牙齿敏感。在薄龈表型下进行再生治疗，美观效果的不确定性更高。

临床启示与策略：

基于以上认识，临床医生在开展 GTR 术前必须进行审慎的评估：

1. 精准的术前评估

临床探诊：使用 Nabers 探针仔细探查缺损的深度、宽度、骨壁情况。

影像学检查：平行投照根尖片是基础，但锥形束 CT 能提供三维信息，精确显示缺损的立体形态、骨壁数量、根面沟等细节，是进行病例选择的“金标准”工具。

2. 严格的病例选择

3. 首选适应症

下颌磨牙的 II 度根分叉病变、伴有三壁或二壁为主的、窄而深的骨缺损，且无明显的根面沟。

相对禁忌症：宽而浅的一壁骨缺损，或存在明显根面沟的病变，应谨慎选择 GTR，或考虑其他治疗方案(如隧道成形术、分根术或拔除)。

4. 手术技术的调整

对于非理想形态的缺损，可通过钛钉或膨胀螺丝顶辅助支撑，人为创造一个稳定的空间。
联合使用骨替代材料来增强对空间的维持。

对于根面沟，可考虑进行根面平整甚至有限的牙体成形术，以改善根面形态。

5. 薄龈型牙龈表型在进行再生手术前或同期，必须进行软组织移植，首选结缔组织移植术，以增加组织厚度，改善血供[22](如图 2、图 3 示)。微创手术技术：采用保留龈乳头的切口、隧道技术等，最大限度保护本已脆弱的血供；生物材料的辅助应用：使用富血小板纤维蛋白、釉基质蛋白衍生物等生物制剂，主动促进软组织愈合和血管生成；精细的缝合技术：使用水平褥式缝合、悬吊缝合等确保瓣的稳定贴合；严格的术后管理：加强口腔卫生指导和随访，预防感染。厚龈型牙龈表型是牙周再生治疗的理想条件，在再生技术和材料的选择上拥有更大的灵活性，预后通常更可预测和稳定。

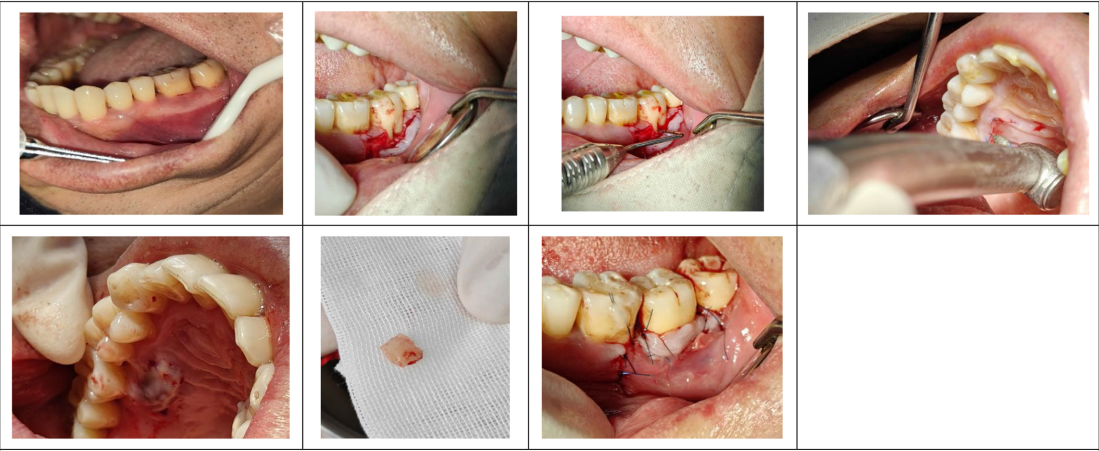


Figure 2. Connective tissue graft + GTR (Note: All images provided by Dr. Huang Yu)
图 2. 结缔组织移 + GTR (注：所有图片均由黄玉医师提供)

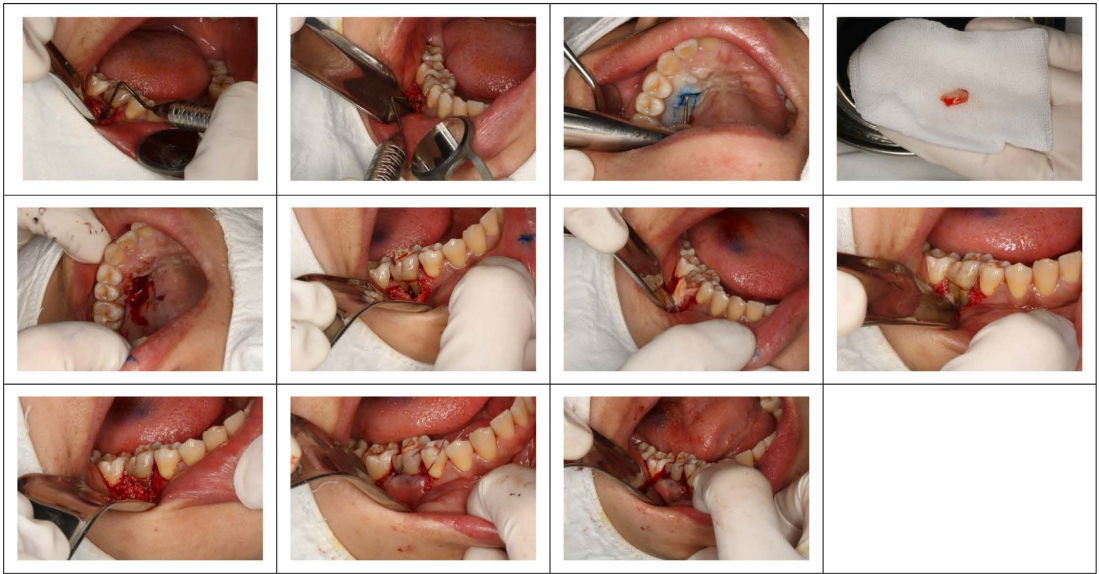


Figure 3. Connective tissue grafting + bone grafting + GTR (Note: All images provided by Dr. Huang Yu)
图 3. 结缔组织移植 + 植骨术 + GTR (注：所有图片均由黄玉医师提供)

4. 结论

牙周组织再生是牙周治疗的一个终极目标,目前已作为治疗中、重度牙周炎患牙的标准选择。对于深骨下袋伴牙槽骨角型吸收的牙,牙周再生性手术已被临床实践证实可用于治疗牙槽骨骨下缺损。膜龈关系异常无论在正常人群或是牙周炎患者中都十分常见,其相关的分类和定义已在 2018 年牙周病新分类对于天然牙周围的膜龈异常和状态的共识报告中有所提及。在膜龈关系异常中,角化龈丧失和牙龈退缩最常见。一般认为,角化龈是保持牙周健康的重要因素,较宽的角化龈有利于口腔卫生措施和菌斑控制[23]。

根分叉区骨缺损的外形是决定 GTR 疗效的内在基石和“自然蓝图”。三壁、窄而深的骨缺损为牙周组织再生提供了最佳的生物学环境,是 GTR 取得可预测成功的关键。而宽而浅、骨壁支持不足的缺损则严重制约了再生潜力[24]。临床医生必须深刻理解不同缺损外形对再生过程的影响机制,通过 CBCT 等现代影像学手段进行精准评估,实现个体化的病例选择和治疗方案设计,才能最大化 GTR 技术的优势,为患者带来确切的疗效。牙龈表型是决定牙周组织再生“土壤”质量的核心内在因素,厚龈型牙龈为再生提供了肥沃、稳定的环境,薄龈型牙龈则是贫瘠、脆弱的土壤。因此在制定牙周再生治疗方案时必须遵循“先软组织,后硬组织”的原则,通过对牙龈表型的精准评估和针对性的策略调整,尤其是对薄龈型牙龈进行表型增厚,才能有效提升牙周组织再生的成功率,并确保其长期稳定性和美学效果。

基金项目

项目等级: 省级课题。

项目名称: 牙周再生术治疗不同程度根分叉病变的疗效研究。

项目类别: 教师类。

研究类别: 应用研究。

项目编号: 2024J1624。

参考文献

- [1] 贺利娟, 潘涛华, 吴昊, 等. GTR 治疗广泛型 III 期 C 级牙周炎伴 III 度根分叉病变 1 例[J]. 口腔医学研究, 2025, 41(2): 164-166.
- [2] 陈卫民, 张璋, 毛舜, 等. 侧向转位瓣联合引导性组织再生术治疗牙龈瘤伴牙槽骨吸收 1 例[J]. 口腔医学研究, 2023, 39(9): 842-844.
- [3] Liu, K., Huang, Z., Chen, Z., Han, B. and Ouyang, X. (2021) Treatment of Periodontal Intrabony Defects Using Bovine Porous Bone Mineral and Guided Tissue Regeneration with/without Platelet-Rich Fibrin: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Journal of Periodontology*, **92**, 1546-1553. <https://doi.org/10.1002/jper.20-0860>
- [4] Keranmu, D., Nuermuhanmode, N., Ainiwaer, A., Guli, Taxifulati, D., Shan, W., et al. (2022) Clinical Application of Concentrate Growth Factors Combined with Bone Substitute in Alveolar Ridge Preservation of Anterior Teeth. *BMC Oral Health*, **22**, Article No. 54. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02091-8>
- [5] Lin, S.C., Li, X., Liu, H., et al. (2021) Clinical Applications of Concentrated Growth Factors Combined with Bone Substitutes for Alveolar Ridge Preservation in Maxillary Molar Area: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Implant Dentistry*, **7**, Article No. 115. <https://doi.org/10.1186/s40729-021-00396-x>
- [6] Tian, S., Wang, J., Dong, F., Du, N., Li, W., Song, P., et al. (2019) Concentrated Growth Factor Promotes Dental Pulp Cells Proliferation and Mineralization and Facilitates Recovery of Dental Pulp Tissue. *Medical Science Monitor*, **25**, 10016-10028. <https://doi.org/10.12659/msm.919316>
- [7] Majzoub, J., Barootchi, S., Tavelli, L., Wang, C., Travan, S. and Wang, H. (2020) Treatment Effect of Guided Tissue Regeneration on the Horizontal and Vertical Components of Furcation Defects: A Retrospective Study. *Journal of Periodontology*, **91**, 1148-1158. <https://doi.org/10.1002/jper.19-0529>
- [8] Dommisch, H., Walter, C., Dannewitz, B. and Eickholz, P. (2020) Resective Surgery for the Treatment of Furcation Involvement: A Systematic Review. *Journal of Clinical Periodontology*, **47**, 375-391.

- <https://doi.org/10.1111/jcpe.13241>
- [9] Grine, F.E., Holt, S., Brink, J.S. and du Plessis, A. (2019) Enamel Pearls: Their Occurrence in Recent Human Populations and Earliest Manifestation in the Modern Human Lineage. *Archives of Oral Biology*, **101**, 147-155. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2019.03.004>
 - [10] Sanz, M., Herrera, D., Kebschull, M., Chapple, I., Jepsen, S., Berglundh, T., *et al.* (2020) Treatment of Stage I-III Periodontitis—The EFP S3 Level Clinical Practice Guideline. *Journal of Clinical Periodontology*, **47**, 4-60. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13290>
 - [11] Nibali, L., Koidou, V.P., Nieri, M., Barbato, L., Pagliaro, U. and Cairo, F. (2020) Regenerative Surgery versus Access Flap for the Treatment of Intra-Bony Periodontal Defects: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, **47**, 320-351. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13237>
 - [12] Tavelli, L., Chen, C., Barootchi, S. and Kim, D.M. (2022) Efficacy of Biologics for the Treatment of Periodontal Infrabony Defects: An American Academy of Periodontology Best Evidence Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Journal of Periodontology*, **93**, 1803-1826. <https://doi.org/10.1002/jper.22-0120>
 - [13] Shaikh, M.S., Zafar, M.S. and Alnazzawi, A. (2021) Comparing Nanohydroxyapatite Graft and Other Bone Grafts in the Repair of Periodontal Infrabony Lesions: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Molecular Sciences*, **22**, Article 12021. <https://doi.org/10.3390/ijms222112021>
 - [14] Zhang, Y., Chen, F., Kang, N., Duan, J., Xue, F. and Cai, Y. (2023) Clinical and Computed Tomographic Evaluations of Periodontal Phenotypes in a Chinese Population: A Cross-Sectional Study. *Clinical Oral Investigations*, **27**, 3569-3577. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-04970-y>
 - [15] Iorio-Siciliano, V., Blasi, A., Stratul, S., Ramaglia, L., Octavia, V., Salvi, G.E., *et al.* (2021) Healing of Periodontal Suprabony Defects Following Treatment with Open Flap Debridement with or without an Enamel Matrix Derivative: A Randomized Controlled Clinical Study. *Clinical Oral Investigations*, **25**, 1019-1027. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03392-4>
 - [16] 邵金龙, 于洋, 葛少华. 保存龈乳头牙周翻瓣术的研究近中[J]. 中华口腔医学杂志, 2023, 58(7): 711-717.
 - [17] Vlachodimou, E., Fragkioudakis, I. and Vouros, I. (2021) Is There an Association between the Gingival Phenotype and the Width of Keratinized Gingiva? A Systematic Review. *Dentistry Journal*, **9**, Article 34. <https://doi.org/10.3390/dj9030034>
 - [18] 李菲, 乔静, 段晋瑜, 等. 引导性组织再生术对浓缩生长因子联合植骨术治疗下颌磨牙 II 度根分叉秉承临床效果的影响[J]. 北京大学学报(医学版), 2020, 52(2): 346-352.
 - [19] 胡米娜, 孙菲. 牙周微创手术治疗重度牙周炎伴牙周骨内缺损体会[J]. 浙江创伤外科, 2020, 25(1): 90-91.
 - [20] 陈雨, 笪海芹, 陈莹, 等. 浓缩生长因子联合微创外科技术治疗牙周炎垂直骨缺损的效果评价[J]. 中国实用口腔科杂志, 2022, 15(3): 325-329.
 - [21] 李浩杰, 陈学鹏, 钟佳永. 不同牙周表型对微种植支抗钉稳定性的影响[J]. 口腔医学研究, 2023, 39(2): 124-128.
 - [22] Ardila, C.M., Pertuz, M. and Vivares-Builes, A.M. (2023) Clinical Efficacy of Platelet Derivatives in Periodontal Tissue Regeneration: An Umbrella Review. *International Journal of Dentistry*, **2023**, Article 1099013. <https://doi.org/10.1155/2023/1099013>
 - [23] 刘好好, 胡苡, 张晨, 等. 角化龈宽度对牙周组织再生术治疗骨下缺损临床效果的影响[J]. 上海口腔医学, 2022, 31(5): 507-511.
 - [24] Majzoub, J., Barootchi, S., Tavelli, L., Wang, C., Travan, S. and Wang, H. (2020) Treatment Effect of Guided Tissue Regeneration on the Horizontal and Vertical Components of Furcation Defects: A Retrospective Study. *Journal of Periodontology*, **91**, 1148-1158. <https://doi.org/10.1002/jper.19-0529>