

牙槽嵴保存术手术方式的最新研究进展

张信予, 周鹂鹂*

浙江大学医学院附属第二医院牙周病专科, 浙江 杭州

收稿日期: 2025年8月29日; 录用日期: 2025年9月23日; 发布日期: 2025年9月30日

摘要

牙槽嵴保存术(ARP)旨在减少拔牙后的牙槽骨吸收和软组织塌陷, 本综述探讨了其手术方案的最新进展, 重点关注生物材料选择、牙槽窝分类、拔牙窝封闭方式和愈合时间, 同时评估其临床效果和局限性。最新的拔牙窝分类系统根据周围骨壁的形态和周围软组织缺陷进行分类, 而在拔牙窝封闭方面, 部分研究显示二期愈合较一期愈合可减少术后疼痛并增加角化组织的宽度。未来牙槽嵴保存术应继续致力于优化微创手术技术并完善软组织轮廓, 以提高种植体成功率, 确保稳定的生物学与美学效果。本综述可为临床医生选择有效且可靠的治疗方案提供指导。

关键词

牙槽嵴保存术, 手术方案, 牙槽窝分类, 二期愈合

The Latest Research Progress on Surgical Protocols of Alveolar Ridge Preservation

Xinyu Zhang, Lili Zhou*

Department of Periodontology, The Second Affiliated Hospital of School of Medicine of Zhejiang University, Hangzhou Zhejiang

Received: August 29, 2025; accepted: September 23, 2025; published: September 30, 2025

Abstract

This review discusses recent advances in surgical protocols for alveolar ridge preservation (ARP), aiming to mitigate alveolar bone resorption and soft tissue collapse following tooth extraction. It focuses on biomaterial selection, socket classification, socket sealing approaches and healing time, while assessing their clinical effectiveness and limitations. The most recent classification system for extraction sockets categorizes them based on the morphology of the surrounding bone walls and

*通讯作者。

文章引用: 张信予, 周鹂鹂. 牙槽嵴保存术手术方式的最新研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(10): 729-737.
DOI: 10.12677/acm.2025.15102812

the surrounding soft tissue defects. Some studies suggested secondary wound closure reduced post-operative pain and increased keratinized tissue width compared to primary closure. Also, there is a positive correlation between the healing duration and the amount of vital bone. Future advancements in alveolar ridge preservation should focus on optimizing minimally invasive surgical techniques and enhancing soft tissue contouring to improve implant success rates and ensure stable biological and aesthetic outcomes. This review offers guidance to clinicians in choosing effective and reliable treatment options.

Keywords

Alveolar Ridge Preservation, Surgical Protocol, Classification of Sockets, Secondary Wound Healing

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/>



1. 引言

拔牙窝自然愈合常伴随着牙槽骨丧失, 研究表明, 拔牙后 3~6 个月牙槽骨吸收迅速, 随后吸收速度逐渐减慢, 最终导致水平向骨宽度减少 29%~63%, 垂直向骨高度降低 11%~22% [1]。同时, 软组织轮廓也随之塌陷, 带来角化龈宽度不足、厚度减小的问题。软硬组织的三维体积减少对后期种植修复具有负面影响, 一方面牙槽嵴宽度和高度不足需进行骨增量手术, 会增加治疗持续时间和发病率, 另一方面软组织不足可能导致红白美学遭到破坏和牙菌斑控制困难。牙槽嵴保存术(alveolar ridge preservation, ARP)是一种减少拔牙窝牙槽嵴吸收, 有利于拔牙窝内新骨形成, 保持软硬组织形态的手术方法[2]。与拔牙创自然愈合相比, ARP 可减少 1.25~1.86 mm 骨宽度丧失和 1.36~1.62 mm 骨高度降低[3], 为缺失牙种植修复提供充足的骨组织水平向和垂直向空间, 并维持角化龈宽度和厚度, 形成稳定自然的软组织轮廓。本文将阐述牙槽嵴保存手术方式的研究进展, 为临床医生制定治疗计划提供参考。

2. 拔牙窝骨充填材料

ARP 旨在最大限度地减少拔牙后牙槽骨吸收的程度, 为此学者们提出各种生物材料、生物制剂和技术方法, 其中异种/同种异体骨替代材料与可吸收胶原膜/海绵组合被认为是最佳方案[4]。

骨移植材料的主要目标是作为支架, 为骨向内生长、血管生成保持空间, 支持软组织并提高再生骨的质量和数量。理想的骨移植特性包括: 高骨诱导和血管生成潜力, 足够的抗压强度和弹性, 良好的生物安全性, 高体积稳定性等[5]。尽管多种骨移植材料已被用于牙槽嵴保存数十年, 仍没有一种材料具备所有的理想特性。目前临床上应用的骨移植材料包括异种骨、同种异体骨、自体骨、人工合成材料和自体血液制品(表 1)。

Table 1. Comparison and summary of bone graft materials
表 1. 骨移植材料对比总结

材料类型	来源	特性	缺点	临床适应证	成本效益	患者术后反应	技术敏感性
异种骨	动物来源 (如牛骨)	骨引导性强、 体积稳定性 高、多孔结构	吸收缓慢、降解 周期长、潜在异 种反应(低风险)	常规 ARP, 尤其 是颊侧骨板薄的 病例	中等成本, 高 效益(长期稳定 性好)	低疼痛、低肿 胀、恢复快	低(易塑形、 操作简单)

续表

同种异体骨	人类捐赠骨	DFDBA: 骨诱导性好; FDBA: 骨引导性好	潜在疾病传播风险(虽经处理低)、射线不透明	与其他材料联合用于需快速新骨形成的病例	中等成本, 中等效益(需组合使用)	中等疼痛、可能有轻微炎症	中等(需评估射线影像、组合应用复杂)
自体骨	患者自身骨组织	骨传导/诱导/成骨作用全、生物相容性高	额外手术位点、供体发病率高、可用量有限	高风险病例或需最大再生潜力	高成本, 低效益(额外手术增加费用)	高疼痛、肿胀明显、恢复慢	高(需额外采集、手术时间长)
人工合成材料	化学合成	骨诱导潜力、可调节硬度	生物活性较低、可能快速吸收	简单缺陷或对生物材料过敏患者	低成本, 高效益(易获取、无额外风险)	低疼痛、低炎症	低(标准化产品、简单填充)
自体血液制品	患者自身血液	多孔网状、促进血管生成、抗感染	体积稳定性差、需新鲜制备	辅助其他材料、软组织再生重点病例	低成本, 高效益(患者自身、无材料费)	最低疼痛、无肿胀、快速恢复	中等(需离心设备、即时制备)

2.1. 异种骨

异种骨因其骨引导特性、体积稳定性以及无供体部位发病率而使之成为牙槽嵴保存中常用的骨移植材料[6]。临床常用的 Bio-Oss 骨粉为脱蛋白牛骨矿物质(DBBM), 其多孔设计为骨向内生长提供支架, 并允许骨细胞在其中进行营养物质和废物交换, 骨传导性良好[7], 是目前口腔再生领域应用最多的骨移植材料之一, 但存在吸收缓慢, 降解周期较长的问题。

Bio-Oss collagen 为含 10%胶原蛋白的脱蛋白牛骨矿物质(DBBM-C), 具有良好的骨传导性和生物相容性, 较 Bio-Oss 骨粉更易塑形, 临床医生可根据缺损形态调整使其更易贴合受植区, 有利于牙槽窝在愈合期间保持其轮廓和外形。一项动物实验[8]将 Bio-Oss collagen 用于比格犬拔牙窝, 12 周后实验组牙槽嵴宽度保存率(82%)远远大于自然愈合组(34%), 垂直骨吸收明显减少且牙槽窝中部和冠方骨密度明显较高。同时, Nart [9]等提供了进一步的证据, 研究者将 Bio-Oss 骨粉和 Bio-Oss collagen 分别用于 ARP, 发现术后 5 个月两组拔牙窝牙槽嵴高度和宽度吸收无明显差异, 且组织学分析显示二者新骨形成率相近, 表明 Bio-Oss collagen 可达到与 Bio-Oss 骨粉相同的临床效果。此外, Bio-Oss collagen 常与胶原膜结合使用, Iorio-Siciliano [10]等学者指出拔牙窝颊侧骨板厚度小于 1 mm 时, 该方法在牙槽嵴保存中效果更显著。

2.2. 同种异体骨

同种异体骨主要分为同种异体脱钙冻干骨(DFDBA)和同种异体冻干骨(FDBA), 前者骨诱导性较好, 这与骨形态发生蛋白和具有骨诱导潜力的生长因子有关; 后者骨引导性较好。Wood [11]等的研究表明, 虽然 DFDBA 和 FDBA 都能有效维持牙槽嵴高度及宽度, 但 19 周左右时 DFDBA 组的新骨形成率明显高于 FDBA 组, 且残留移植物颗粒占比明显降低。然而单独使用 DFDBA 不能为新骨形成提供足够的骨引导支架, 且相对射线可透性使得其难以通过放射线检查评估。Borg [12]等认为两种材料的组合可以克服在 ARP 中单独使用 DFDBA 的潜在缺点。在实际临床运用中, DFDBA 常与 FDBA 或自体骨联合应用。

2.3. 自体骨

自体骨同时具备骨传导性、骨诱导性和成骨作用, 且疾病传播风险低, 不易产生免疫排斥反应, 成功率高[13]。然而额外的手术部位和延长的手术时间、供体侧发病率、有限的自体骨可用性和术后不适导致其临床应用范围有限。

2.4. 人工合成材料

人工合成材料中较有前途的是磷酸钙, 其中 β -磷酸三钙(β -TCP)较常用, 有研究表明该材料可以刺激干细胞体外成骨和体内骨诱导[14]。此外, 将硫酸钙(CS)添加到 β -TCP 中可增强材料硬度, 从而保持移植部位的空间和形状并充当稳定的支架。

2.5. 自体血液制品

自体血液制品中较常用的是富血小板纤维蛋白(PRF), PRF 取自患者自身血液经离心后制得, 制备时间短, 操作过程简便。其多孔网状结构有利于生长因子弥散及新生血管长入, 可增强术区抗感染能力及促进拔牙位点软硬组织再生[15]。

3. 牙槽窝分类及手术方式

ARP 可成功减少牙槽嵴吸收, 可指导临床医生根据拔牙后剩余牙槽嵴的解剖结构采取最合适的手术方式, 前牙缺牙区束状骨易发生吸收, 进而导致牙龈凹陷, 因此如何通过牙槽嵴保存术最大程度获得长期稳定的美学效果极具挑战性。Steigmann [16]等学者根据颊侧骨壁形态(完整、开窗或开裂)将牙槽窝分为三种类型(ST), 同时提出 ARP 手术方式决策树(见图 1)。ST1 指颊侧骨壁完整的拔牙窝, 对于厚度 ≥ 1 mm 的完整骨壁无需行 ARP, 而厚度 < 1 mm 的完整骨壁则需放置骨移植材料及胶原蛋白基质/自体软组织移植植物; ST2 指颊侧骨开窗的拔牙窝, 需采用“锥体冰淇淋法”, 即即无需翻瓣, 先将 V 形胶原膜预塑形, 使其适应开窗骨的形状, 在颊侧骨壁内侧放置 V 形胶原膜, 从牙槽窝底部开始逐层充填骨移植植物直至高度略高于周围骨壁, 将膜的上端向舌侧折叠覆盖拔牙创口; ST3 指颊侧骨开裂的拔牙窝, 若开裂高度小于颊侧骨壁高度的 $1/3$, 则治疗同 ST2, 若开裂高度在颊侧骨壁高度的 $1/3 \sim 2/3$, 则应采用隧道技术, 结合不可吸收膜和骨移植材料行 ARP, 若开裂高度大于颊侧骨壁高度的 $2/3$, 则需翻瓣。

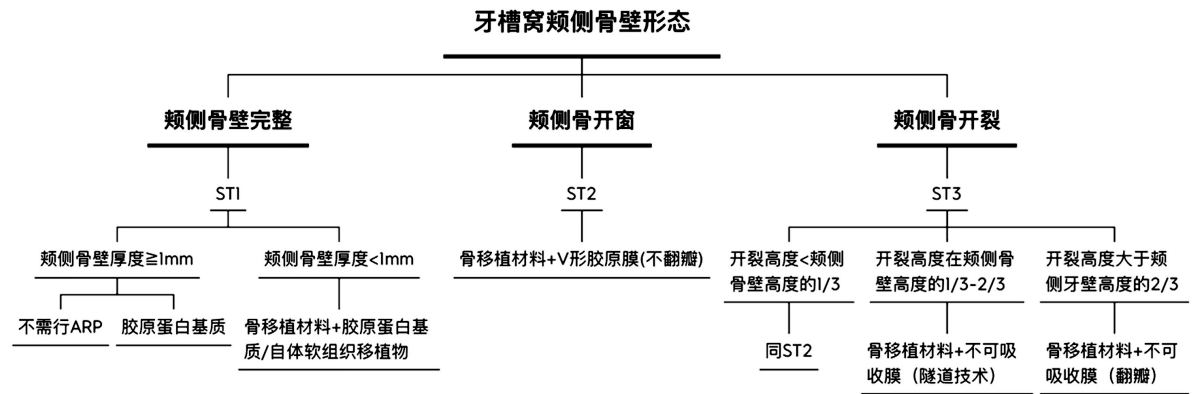


Figure 1. The extraction sockets classification and alveolar ridge preservation procedures proposed by Steigmann *et al.*
图 1. Steigmann 等提出的牙槽窝分类及牙槽嵴保存术手术方式

Steigmann 等学者的牙槽窝分类方式仅考虑了颊侧骨板破坏的严重程度, 而缺乏一些重要的临床特征, 例如软组织位置, 以及腭(舌)侧骨板的缺损程度。据此, Jung [17]等提出了新的牙槽窝分类方式并提供相应的治疗计划。I 类表示四壁完整的牙槽窝, 无骨吸收或牙龈退缩, 在 I 型病例中 DBBM-C 及胶原基质分别用于牙槽窝充填及封闭; II 类表示三壁完整的牙槽窝, 仅存在颊侧或腭(舌)侧骨壁吸收, 而无软组织退缩, 与 I 型不同的是需要翻瓣和缝合; III 类在 II 型基础上伴有颊侧或腭(舌)侧软组织退缩, 应在其治疗基础上采用结缔组织移植植物封闭创口; IV 类以颊侧和腭(舌)侧骨壁均吸收为特征, 但软组织无退

缩, 当骨壁吸收超过根长的 50%, 需行牙槽嵴增量; V 类在 IV 型基础上伴有颊侧和腭(舌)侧牙龈退缩, 此类病例的再生可预测性较差, 通常需要在 4 至 6 个月的愈合后进行额外的牙槽嵴增量。

4. 拔牙窝封闭方式

拔牙窝封闭方式通常有两种, 一种是通过松弛龈瓣拉拢缝合或利用软组织移植关闭拔牙创口以实现一期愈合; 另一种则是在屏障膜/胶原基质部分暴露情况下, 将龈瓣原位非严密缝合, 属于二期愈合。Vignoletti [18]等纳入大量研究进行 Meta 分析, 指出在植入骨替代材料和屏障膜行 ARP 的情况下, 拔牙创口封闭的牙槽嵴水平宽度吸收较开放式愈合小。此外, Aladmawy [19]等的随机对照研究提供了相应的证据, 研究者发现, 均采用 FDBA 和不可吸收膜, 减张拉拢缝合组较非严密缝合组新生骨组织更多, 提示一期缝合对牙槽嵴新骨形成可能具有潜在的积极影响。但也有研究持相反结论, Barone [20]等在一项随机对照试验中, 采用猪骨移植物和胶原膜对受试者实施 ARP 手术, 试验组采用不翻瓣及胶原膜暴露的开放式愈合, 对照组通过翻瓣及减张缝合实现软组织一期愈合, 3 月后试验组牙槽嵴颊舌向宽度变化较对照组小。另有学者将 20 个位点纳入随机对照试验, 6 月后, 拉拢缝合组和开放式愈合组的牙槽嵴宽度和高度变化无统计学差别[21]。近期一篇 Meta 分析从患者术后反应角度评估翻瓣与非翻瓣手术, 翻瓣手术冠向复位龈瓣实现一期愈合, 非翻瓣手术则采用屏障膜开放式愈合, 则结果指出后者术后疼痛较翻瓣手术轻, 且恢复速度加快[22]。由此, 学者更推荐采用开放式愈合 ARP。

4.1. 减张拉拢缝合

有学者认为 ARP 创口严密封闭对于新生骨至关重要[18][23]。Pang [24]等纳入 30 名患者进行随机对照试验, 试验组采用 Bio-Oss 骨粉充填牙槽窝并覆盖可吸收膜, 减张拉拢缝合, 对照组为拔牙窝自然愈合组。6 个月后试验组牙槽嵴宽度、高度以及体积吸收较对照组明显减少。胡文杰[25]等对 16 个存在骨缺损的磨牙位点展开研究, 试验组使用 DBBM 结合可吸收胶原膜(Bio-Gide), 减张缝合, 对照组拔牙窝自然愈合, 6 月后试验组较对照组颊侧牙槽骨高度, 以及牙槽嵴顶根方 1 mm 和 4 mm 处牙槽骨宽度增加。

4.2. 自体软组织移植物覆盖创面

使用自体软组织移植物覆盖拔牙窝不但能获得创面完全封闭, 还能补偿 ARP 术后的软组织厚度不足。Botilde [26]等的一项前瞻性研究发现, 采用去蛋白牛骨颗粒充填拔牙窝, 腭部结缔组织移植物以马鞍状形式覆盖于颊舌侧全厚瓣之间, 间断缝合严密封闭。虽然术后 3 月内出现了硬组织和软组织重塑, 但 3 月后牙槽骨三维体积保持稳定, 软组织轮廓增加。Lorenz [27]等采用相似方法对 19 个上颌前牙位点行 ARP, 发现牙颈部根方 1 mm、3 mm、5 mm 骨组织宽度吸收分别为 1.27 mm、0.81 mm、0.5 mm, 软组织分别为 0.7 mm、0.43 mm、0.18 mm, 在各参考线水平处, 颊软组织轮廓的变化始终低于相应的颊侧骨壁变化, 提示应用马鞍状结缔组织移植物(S-CTG)可在一定程度上补偿颊侧骨组织吸收, 这种软组织增厚补偿在牙颈部 1 mm、3 mm、5 mm 分别达 45%、47%、64%。

4.3. 胶原基质及屏障膜材料开放式愈合

拔牙创减张严密缝合造成软组织较大张力, 需借助额外纵行切口以及骨膜松弛切口, 从而增加术后肿胀不良反应。此外, 完全拉拢缝合常导致颊侧膜龈联合冠向移位, 进而形成颊侧角化组织不足甚至缺失等不良局面。自体软组织移植物覆盖拔牙创虽能弥补上述缺陷, 但存在开辟腭部第二术区、增加患者痛苦, 以及移植物易坏死等弊端。近年来异种胶原基质(CM)广泛运用于软组织修复[28], Maiorana [29]等对 7 名患者的 7 个拔牙位点采用 DBBM 充填及 CM 表面覆盖, 间断缝合固定, 开放式愈合。术后 2 月 CM 暴露部分逐渐被角化组织取代, 且 6 月后剩余牙槽嵴垂直高度及颊舌向水平宽度较术前基本一致。

Kotsakis [30]等发表的病例报告采用磷硅酸钙(CPS)移植物和 CM 分别充填和覆盖拔牙窝, 开放式愈合, 也得到类似结果: 术后 18 月组织学分析显示 CPS 颗粒周围新生骨与其他区域新生骨形成桥梁, 新生骨小梁具有一定的厚度和良好的连续性。

此外, 可吸收与不可吸收屏障膜也被运用于拔牙窝封闭[31]。Arbab [32]分别采用聚四氟乙烯(d-PTFE)不可吸收膜和可吸收膜覆盖拔牙窝骨移植材料, 4 月后牙槽嵴宽度和高度变化无统计学差异, 且新骨形成率、移植材料剩余率无统计学差别, 提示可吸收与不可吸收膜可获得类似临床及组织学结局。另有一项 Meta 分析显示, 与自然愈合相比, 使用同种异体/异种移植物结合可吸收膜可减少 2.19 mm 水平向骨吸收和 1.72 mm 垂直向骨吸收[33]。然而两种材料各有利弊, 可吸收膜较软, 无空间支撑性, 但具有良好的生物相容性, 术后并发症较少。不可吸收膜刚性较大、固位稳定, 但易出现创口裂开等问题。当膨体聚四氟乙烯(e-PTFE)暴露时, 感染的风险大大增加, 并干扰新骨形成[7]。

5. 愈合时间

研究表明愈合时间与更多的新生骨组织和更少的残留移植物之间存在明显的相关性。Nelson [34]等的随机对照试验提供了相应的证据, 该研究将 38 名患者分为短期愈合组(8~10 周)和长期愈合组(18~20 周), 两组均采用 70% FDBA 和 30% DFDBA 联合 d-PTFE 膜行 ARP。随后在相应时间点开展种植并同期取骨标本行组织学分析, 试验结果显示 18~20 周后新骨形成率接近 8~10 周的两倍, 而残留移植物则近似 8~10 周的一半。Zellner [35]等使用了完全相同的方法实施 ARP, 结果表明 12 月愈合组较 4 月愈合组新骨形成明显增加(51.38% vs. 31.39%), 残留移植颗粒明显减少(18.04% vs. 40.38%)。这些研究提示临床医生种植不宜过早进行, 但关于植体植入时的新生骨量与最终骨-种植体接触之间的关系尚不清楚, 且骨-种植体接触很大程度上还受到植体材料和表面纹路影响, 因此无法说明愈合时间越长就越有利于种植。Moghaddas [36]等学者甚至认为种植可在较短愈合时间内进行, 原因是研究发现 4 月组与 3 月组的新骨形成率基本一致。然而, 牙槽窝新生骨量不仅与愈合时间相关, 还受许多因素的影响, 包括牙根数量, 是否有骨开窗或骨开裂等。因此, 关于种植时机的选择, Jung [37]提出当拔牙窝颊侧骨板缺损小于 50%时, 建议采用 ARP 行软硬组织保存后 4~6 月种植, 而当拔牙窝颊侧骨板缺损大于 50%时, 则建议在 6 月后种植。尽管如此, 目前临床上普遍还是选择在 ARP 后 6 月进行种植。

6. 常见并发症及处理对策

牙槽嵴保存术(ARP)可能出现膜暴露、感染、骨移植材料丢失、肿胀和疼痛等并发症。这些并发症多与手术技术、患者因素(如吸烟、糖尿病)和材料选择相关。临床处理原则强调早期监测、个性化干预和预防措施。膜暴露是常见并发症, 尤其在使用不可吸收膜(如 e-PTFE 或 d-PTFE)时, 暴露可能导致感染和骨吸收。处理对策为术后每周复诊监测: 若暴露小且无感染, 可用氯己定漱口液局部冲洗, 促进二期愈合; 若暴露大或伴感染, 应及时移除暴露膜部分, 避免整体移除以防骨丢失; 同时给予抗生素预防性使用, 并加强口腔卫生指导。感染通常表现为肿胀、疼痛和脓液。处理原则为立即评估感染程度, 轻度感染可口服抗生素和局部冲洗; 重度感染需切开引流, 移除感染材料, 并重新评估保存方案。骨移植材料丢失多见于开放式愈合, 原因包括材料不稳定或患者咀嚼不当。处理对策为术后 1~2 周复诊, 若丢失少, 可观察愈合; 丢失多需补充材料或转为增量手术。肿胀和疼痛为常见术后反应, 通常在 3~5 天内消退。处理包括冰敷、非甾体类抗炎药(如布洛芬)止痛和抬高头部休息, 严重时评估是否有血肿, 并相应处理。

7. 小结与展望

牙槽嵴保存术有多种方案, 而现有的研究无法证明某一生物材料或技术的优越性。临床医生应综合考虑剩余牙槽嵴解剖形态、拔牙位点软组织量、种植时机等因素, 选择合适的手术方法。长期以来, 研

究者普遍认为严密的拔牙窝封闭和一期愈合对于维持牙槽骨体积是必要的, 但近年来一些研究表明, 翻瓣或不翻瓣干预在新形成的骨、残留移植物和骨小梁方面未见显著差异, 表明开放式愈合不会影响再生过程。不翻瓣 ARP 在颊侧骨组织血液供应、软组织保存方面具有优势, 而且手术时间更短, 患者不适感更小, 恢复速度更快, 可防止翻瓣 ARP 为实现一期缝合的弊端, 例如角化牙龈减少、软组织轮廓改变以及因龈瓣冠状复位导致的膜龈联合迁移, 当然最终结果也受到移植材料的影响。未来, 牙槽嵴保存术的手术方式应朝着更微创、形成更完善的软组织轮廓方向进行改良, 以便提高种植成功率, 达到稳定的生物学和美学效果。同时, 现有试验存在一定的局限性, 例如未设置空白对照组, 未明确纳入标准、未进行长期追踪调查等, 因此对于不同手术方式的远期疗效仍需大量组织学、影像学的数据支持以及分析论证。

参考文献

- [1] Tan, W.L., Wong, T.L.T., Wong, M.C.M. and Lang, N.P. (2012) A Systematic Review of Post-Extraction Alveolar Hard and Soft Tissue Dimensional Changes in Humans. *Clinical Oral Implants Research*, **23**, 1-21. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02375.x>
- [2] Horváth, A., Mardas, N., Mezzomo, L.A., Needleman, I.G. and Donos, N. (2012) Alveolar Ridge Preservation. A Systematic Review. *Clinical Oral Investigations*, **17**, 341-363. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0758-5>
- [3] Bassir, S., Alhareky, M., Wangsrimongkol, B., Jia, Y. and Karimbux, N. (2018) Systematic Review and Meta-Analysis of Hard Tissue Outcomes of Alveolar Ridge Preservation. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, **33**, 979-994. <https://doi.org/10.11607/jomi.6399>
- [4] Avila-Ortiz, G., Chambrone, L. and Vignoletti, F. (2019) Effect of Alveolar Ridge Preservation Interventions Following Tooth Extraction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, **46**, 195-223. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13057>
- [5] Natto, Z.S., Parashis, A., Steffensen, B., Ganguly, R., Finkelman, M.D. and Jeong, Y.N. (2017) Efficacy of Collagen Matrix Seal and Collagen Sponge on Ridge Preservation in Combination with Bone Allograft: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Journal of Clinical Periodontology*, **44**, 649-659. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12722>
- [6] Haugen, H.J., Lyngstadaas, S.P., Rossi, F. and Perale, G. (2019) Bone Grafts: Which Is the Ideal Biomaterial? *Journal of Clinical Periodontology*, **46**, 92-102. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13058>
- [7] Baldini, N., De Sanctis, M. and Ferrari, M. (2011) Deproteinized Bovine Bone in Periodontal and Implant Surgery. *Dental Materials*, **27**, 61-70. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.017>
- [8] Fan, Q., Zeng, H., Fan, W., Wu, T., Sun, J., Yan, Q., et al. (2021) Ridge Preservation of a Novel Extraction Socket Applying Bio-Oss® Collagen: An Experimental Study in Dogs. *Journal of Dental Sciences*, **16**, 831-839. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2021.03.005>
- [9] Nart, J., Barallat, L., Jimenez, D., Mestres, J., Gómez, A., Carrasco, M.A., et al. (2016) Radiographic and Histological Evaluation of Deproteinized Bovine Bone Mineral Vs. Deproteinized Bovine Bone Mineral with 10% Collagen in Ridge Preservation. A Randomized Controlled Clinical Trial. *Clinical Oral Implants Research*, **28**, 840-848. <https://doi.org/10.1111/clr.12889>
- [10] Iorio-Siciliano, V., Blasi, A., Nicolò, M., Iorio-Siciliano, A., Riccitiello, F. and Ramaglia, L. (2017) Clinical Outcomes of Socket Preservation Using Bovine-Derived Xenograft Collagen and Collagen Membrane Post-Tooth Extraction: A 6-Month Randomized Controlled Clinical Trial. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, **37**, e290-e296. <https://doi.org/10.11607/prd.2474>
- [11] Wood, R.A. and Mealey, B.L. (2012) Histologic Comparison of Healing after Tooth Extraction with Ridge Preservation Using Mineralized versus Demineralized Freeze-Dried Bone Allograft. *Journal of Periodontology*, **83**, 329-336. <https://doi.org/10.1902/jop.2011.110270>
- [12] Borg, T.D. and Mealey, B.L. (2015) Histologic Healing Following Tooth Extraction with Ridge Preservation Using Mineralized versus Combined Mineralized-Demineralized Freeze-Dried Bone Allograft: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Journal of Periodontology*, **86**, 348-355. <https://doi.org/10.1902/jop.2014.140483>
- [13] Zimmermann, G. and Moghaddam, A. (2011) Allograft Bone Matrix versus Synthetic Bone Graft Substitutes. *Injury*, **42**, S16-S21. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.06.199>
- [14] Miron, R.J., Zhang, Q., Sculean, A., Buser, D., Pippenger, B.E., Dard, M., et al. (2016) Osteoinductive Potential of 4 Commonly Employed Bone Grafts. *Clinical Oral Investigations*, **20**, 2259-2265. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1724-4>

- [15] 廖军, 徐普. 富血小板血纤维蛋白在牙槽嵴位点保存中的应用[J]. 国际口腔医学杂志, 2016, 43(2): 216-219.
- [16] Steigmann, L., Di Gianfilippo, R., Steigmann, M. and Wang, H. (2022) Classification Based on Extraction Socket Buccal Bone Morphology and Related Treatment Decision Tree. *Materials*, **15**, Article 733. <https://doi.org/10.3390/ma15030733>
- [17] Kim, J., Ben Amara, H., Chung, I. and Koo, K. (2021) Compromised Extraction Sockets: A New Classification and Prevalence Involving Both Soft and Hard Tissue Loss. *Journal of Periodontal & Implant Science*, **51**, Article 100. <https://doi.org/10.5051/jpis.2005120256>
- [18] Vignoletti, F., Matesanz, P., Rodrigo, D., Figuero, E., Martin, C. and Sanz, M. (2011) Surgical Protocols for Ridge Preservation after Tooth Extraction. a Systematic Review. *Clinical Oral Implants Research*, **23**, 22-38. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02331.x>
- [19] Aladmawy, M.A., Natto, Z.S., Kreitzer, M., Ogata, Y. and Hur, Y. (2022) Histological and Histomorphometric Evaluation of Alveolar Ridge Preservation Using an Allograft and Nonresorbable Membrane with and without Primary Closure: A Pilot Randomized Controlled Clinical Trial. *Medicine*, **101**, e29769. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000029769>
- [20] Barone, A., Toti, P., Piattelli, A., Iezzi, G., Derchi, G. and Covani, U. (2014) Extraction Socket Healing in Humans after Ridge Preservation Techniques: Comparison between Flapless and Flapped Procedures in a Randomized Clinical Trial. *Journal of Periodontology*, **85**, 14-23. <https://doi.org/10.1902/jop.2013.120711>
- [21] Aladmawy, M.A., Natto, Z.S., Steffensen, B., Levi, P., Cheung, W., Finkelman, M., et al. (2019) A Comparison between Primary and Secondary Flap Coverage in Ridge Preservation Procedures: A Pilot Randomized Controlled Clinical Trial. *BioMed Research International*, **2019**, Article ID: 7679319. <https://doi.org/10.1155/2019/7679319>
- [22] Atieh, M.A., Alfardan, L. and Alsabeeha, N.H.M. (2022) Flapped versus Flapless Alveolar Ridge Preservation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **51**, 133-142. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2021.05.023>
- [23] Sun, D., Lim, H. and Lee, D. (2019) Alveolar Ridge Preservation Using an Open Membrane Approach for Sockets with Bone Deficiency: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, **21**, 175-182. <https://doi.org/10.1111/cid.12668>
- [24] Pang, C., Ding, Y., Zhou, H., Qin, R., Hou, R., Zhang, G., et al. (2014) Alveolar Ridge Preservation with Deproteinized Bovine Bone Graft and Collagen Membrane and Delayed Implants. *Journal of Craniofacial Surgery*, **25**, 1698-1702. <https://doi.org/10.1097/scs.0000000000000887>
- [25] 詹雅琳, 胡文杰, 甄敏, 等. 去蛋白牛骨基质与可吸收胶原膜的磨牙拔牙位点保存效果影像学评价[J]. 北京大学学报(医学版), 2015, 47(1): 19-26.
- [26] Botilde, G., Colin, P., González-Martín, O., Lecloux, G., Rompen, E. and Lambert, F. (2020) Hard and Soft Tissue Analysis of Alveolar Ridge Preservation in Esthetic Zone Using Deproteinized Bovine Bone Mineral and a Saddle Connective Tissue Graft: A Long-Term Prospective Case Series. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, **22**, 387-396. <https://doi.org/10.1111/cid.12899>
- [27] Seyssens, L., Eghbali, A., Christiaens, V., De Bruyckere, T., Doornewaard, R. and Cosyn, J. (2019) A One-Year Prospective Study on Alveolar Ridge Preservation Using Collagen-Enriched Deproteinized Bovine Bone Mineral and Saddle Connective Tissue Graft: A Cone Beam Computed Tomography Analysis. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, **21**, 853-861. <https://doi.org/10.1111/cid.12843>
- [28] Ghanaati, S., Schlee, M., Webber, M.J., Willershausen, I., Barbeck, M., Balic, E., et al. (2011) Evaluation of the Tissue Reaction to a New Bilayered Collagen Matrix *in Vivo* and Its Translation to the Clinic. *Biomedical Materials*, **6**, Article 015010. <https://doi.org/10.1088/1748-6041/6/1/015010>
- [29] Maiorana, C., Poli, P.P., Deflorian, M., Testori, T., Mandelli, F., Nagursky, H., et al. (2017) Alveolar Socket Preservation with Demineralised Bovine Bone Mineral and a Collagen Matrix. *Journal of Periodontal & Implant Science*, **47**, Article 194. <https://doi.org/10.5051/jpis.2017.47.4.194>
- [30] Kotsakis, G., Chrepa, V., Marcou, N., Prasad, H. and Hinrichs, J. (2014) Flapless Alveolar Ridge Preservation Utilizing the “Socket-Plug” Technique: Clinical Technique and Review of the Literature. *Journal of Oral Implantology*, **40**, 690-698. <https://doi.org/10.1563/aaid-joi-d-12-00028>
- [31] 姜健, 黄盛兴. 口腔屏障膜在位点保存术中的研究进展[J]. 分子影像学杂志, 2019, 42(4): 498-505.
- [32] Arbab, H., Greenwell, H., Hill, M., Morton, D., Vidal, R., Shumway, B., et al. (2016) Ridge Preservation Comparing a Nonresorbable PTFE Membrane to a Resorbable Collagen Membrane: A Clinical and Histologic Study in Humans. *Implant Dentistry*, **25**, 128-134. <https://doi.org/10.1097/id.0000000000000370>
- [33] Troiano, G., Zhurakivska, K., Lo Muzio, L., Laino, L., Cicciù, M. and Lo Russo, L. (2018) Combination of Bone Graft and Resorbable Membrane for Alveolar Ridge Preservation: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Trial Sequential Analysis. *Journal of Periodontology*, **89**, 46-57. <https://doi.org/10.1902/jop.2017.170241>
- [34] Nelson, A.C. and Mealey, B.L. (2020) A Randomized Controlled Trial on the Impact of Healing Time on Wound Healing

-
- Following Ridge Preservation Using a 70%/30% Combination of Mineralized and Demineralized Freeze-Dried Bone Allograft. *Journal of Periodontology*, **91**, 1256-1263. <https://doi.org/10.1002/jper.19-0610>
- [35] Zellner, J.W., Allen, H.T., Kotsakis, G.A. and Mealey, B.L. (2023) Wound Healing after Ridge Preservation: A Randomized Controlled Trial on Short-Term (4 Months) versus Long-Term (12 Months) Histologic Outcomes. *Journal of Periodontology*, **94**, 622-629. <https://doi.org/10.1002/jper.22-0187>
- [36] Moghaddas, O., Naddafpour, N., Farhadi, S., Nikookar, P. and Khandan, S. (2022) Comparison of Healing Time and the Histopathology of Bone Formation Following Tooth Extraction Using Freeze-Dried Bone Allograft: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Journal of Advanced Periodontology & Implant Dentistry*, **14**, 69-75. <https://doi.org/10.34172/japid.2022.020>
- [37] Jung, R.E., Ioannidis, A., Hämmerle, C.H.F. and Thoma, D.S. (2018) Alveolar Ridge Preservation in the Esthetic Zone. *Periodontology 2000*, **77**, 165-175. <https://doi.org/10.1111/prd.12209>