

• 口腔修复专栏 •

基于支撑结构位置的骨增量方法分类及应用展望

杨博¹ 范震² 董强³ 杨晓喻⁴ 陈明¹

1. 首都医科大学附属北京口腔医院种植科 北京 100070;
2. 上海市同济口腔医院种植科 同济大学口腔医学院
上海牙组织修复与再生工程技术研究中心 同济大学口腔医学研究所 上海 200072;
3. 贵州医科大学附属口腔医院修复种植科 贵阳 550004;
4. 南方医科大学口腔医院种植中心 广州 510280

[摘要] 骨增量在口腔种植患者中应用广泛, 严重萎缩的牙槽嵴骨增量效果较差。本文通过文献总结及回顾, 基于支撑结构位置的不同, 将常用的骨增量手术分为4类, 归纳各骨增量技术的优势和不足, 并结合临床工作中所做的探索对其应用展望等方面进行阐述, 笔者认为第二类第二亚类的间接中央支撑方式前景广阔, 考虑基于“间接中央支撑”理念设计新的骨增量术式。对中央支撑式骨增量技术理念的探索、发展和应用, 将有望增加骨增量术式, 为骨增量的临床决策提供全新思路。

[关键词] 骨增量; 支撑结构; 中央支撑; 口腔种植

[中图分类号] R783.4 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/gjkq.2025044



开放科学 (资源服务)
标识码 (OSID)

Classification and application prospect of bone augmentation based on the position of supporting structure

Yang Bo¹, Fan Zhen², Dong Qiang³, Yang Xiaoyu⁴, Chen Ming¹

1. Dept. of Implantology, Beijing Stomatological Hospital, Capital Medical University, Beijing 100070, China; 2. Dept. of Implantology, Shanghai Tongji Stomatological Hospital, Dental School, Tongji University, Shanghai Engineering Research Center of Tooth Restoration and Regeneration, Tongji Research Institute of Stomatology, Shanghai 200072, China;
3. Dept. of Prosthodontics and Implantology, Affiliated Stomatological Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China; 4. Dept. of Implantology, Affiliated Stomatological Hospital of Southern Medical University, Guangzhou 510280, China

Supported by: Scientific Research Project of National Key Research and Development Program of China (2021-YFC2400400); National Nature Science Foundation of China (81400485)

Correspondence: Chen Ming, Email: cm6699@163.com

[Abstract] Bone augmentation has been extensively used in dental implant treatments, but its effect on severely atrophied alveolar ridges is poor. On the basis of the literature review, we divide the commonly used bone augmentation surgery into four categories based on the different position of supporting structures, summarize the advantages and disadvantages of each bone augmentation technique, and elaborate on its application prospects in combination with clinical explorations. We believe that the indirect central support in the second subclass of the second category has broad prospects, and a new bone augmentation surgery based on the concept of “indirect central support” is considered to be designed. The exploration, development, and application of central support bone augmentation could increase the number of bone augmentation procedures, providing new surgical strategies for bone augmentation.

[Key words] bone augmentation; supporting structure; central support; dental implant

[收稿日期] 2024-07-26; [修回日期] 2024-12-27

[基金项目] 国家重点研发计划“诊疗装备与生物医用材料”重点专项 (2021YFC2400400); 国家自然科学基金 (81400485)

[作者简介] 杨博, 副主任医师, 博士, Email: 516265633@qq.com

[通信作者] 陈明, 主任医师, 博士, Email: cm6699@163.com

牙列缺损是口腔常见疾病之一, 种植修复是

目前治疗牙列缺损的主要方式。为实现长期稳定的种植修复效果,首要条件是保证种植位点存在充足的骨量^[1]。拔牙后往往导致水平和垂直方向上的牙槽骨萎缩,临床上由于牙周病、外伤、肿瘤切除或拔牙并发症等导致的颊侧骨板丢失加剧了牙槽骨萎缩,引起美学问题和功能障碍^[2]。因此,如何修复牙槽骨缺损,是口腔医学面临的一项重大课题。尽管位点保存技术可以减少拔牙后的骨吸收,但并不能阻止牙槽骨吸收和改建^[3],当患者需要进行种植修复时仍需要进行必要的骨增量(bone augmentation)。

在国际口腔种植学会(International Team for Implantology, ITI)临床指南第七卷口腔种植的牙槽骨增量程序:分阶段方案^[4]中,介绍了目前常见的骨增量方法,包括引导骨再生术(guided bone regeneration, GBR)、块状自体骨移植术等,并根据不同缺损类型,分别给出了骨增量手术的优选方案与备选方案。无论是哪种骨增量术式,都要遵循GBR基本的PASS原则^[5][P代表primary wound closure,即无张力的创口关闭;A代表angiogenesis,即充足的血供、血管化;第一个S代表space maintenance,即空间维持、隔离细胞;最后一个S代表stability,即种植体(和/或骨增量材料)初始稳定]。GBR技术的核心是维持一个新骨再生需要的稳定的生长空间。

本文通过总结以及文献回顾,基于支撑结构位置的不同,对骨增量手术进行了新的分类,并结合临床工作中所做的探索对其应用展望等方面进行阐述。

1 骨增量技术的分类

1.1 第一类:未增设特定支撑结构

拔牙窝位点保存术及常规的GBR术属于未增设特定支撑结构的骨增量技术。1999年Sclar^[6]提出了一种标准的位点保存方法,Bio-col技术,即在拔牙窝内植入Bio-oss骨粉,表面覆盖可吸收胶原膜。研究^[7]证明:位点保存术能够在一定程度上减少拔牙后牙槽骨高度和宽度上的吸收。

GBR是目前临床应用时间最长且最普遍的一种骨增量技术,其利用屏障膜将骨缺损区与周围软组织隔离,阻止竞争性非成骨细胞迁移到该部位,为骨祖细胞提供相对稳定的环境,允许其募集、增殖以及分化,最终促进新骨形成^[8]。GBR常

用于即刻种植、早期或延期种植中的骨开窗、骨开裂等。临床上在使用拔牙窝位点保存技术及常规的GBR术时一般不采用特定的内部支撑结构,依靠周围骨壁在一定程度上支撑骨替代材料和胶原膜。当牙槽骨存在严重的垂直或水平向骨缺损时,常常因为屏障膜的空间维持力不足导致骨增量材料的塌陷,影响骨再生效果^[9]。

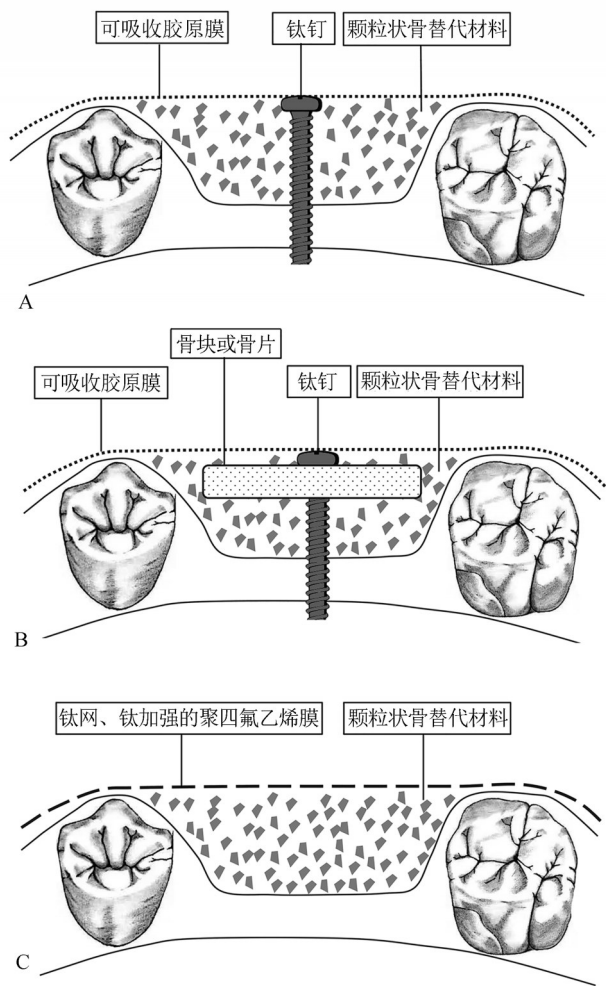
1.2 第二类:中央支撑方式

支撑结构位于需要骨增量的区域内,即支撑结构本身为替代材料或支撑结构穿过骨替代材料,屏障膜无支撑作用。根据支撑结构与屏障膜的位置关系及支撑结构材料自身的特点,又分为2个亚类。

1.2.1 第二类第一亚类 直接中央支撑方式,支撑结构与屏障膜直接接触,支撑结构与屏障膜直接接触部分的80%以上不可吸收、无参与骨改建潜力,即支撑结构只有支撑作用,支撑结构材料自身在骨改建过程中无尺寸变化。例如在骨劈开技术同期种植手术、骨环技术和单纯上颌窦底提升术中,种植体起到直接支撑作用,帐篷螺丝技术中钛钉起到直接支撑作用(图1A)。

帐篷螺丝技术是利用帐篷螺丝提供成骨空间并维持稳定性,将骨移植材料置入,以达到骨增量目的的技术,其技术敏感性低,作为骨增量的一种可选方案引起了广泛的关注,最终成骨效果显著^[10-12]。帐篷螺丝技术的概念由Hempton等^[13]于1994年报道,使用钛钉支撑成骨空间,并在骨缺损区域填充成品同种异体骨和磷酸三钙进行骨增量手术,获得了良好的成骨效果。2010年,Le等^[14]在不使用自体骨块的情况下,仅采用钛钉作为支撑物结合颗粒状同种异体骨修复小范围(连续缺失牙位 ≤ 3)的严重垂直骨缺损(>7 mm),术后垂直向高度平均增加了9.7 mm,并将之命名为帐篷螺丝技术。Caldwell等^[15]也证实帐篷螺丝技术在水平骨增量中可以减少自体骨的使用,并获得相似的骨增量效果,牙槽骨水平向平均增宽(3.33 ± 0.83) mm。Simon等^[16]认为:帐篷螺丝技术可作为骨增量的金标准(即块状骨移植术)的有效替代方案。Bach等^[17]报道了1例使用帐篷螺丝技术修复上颌美学区种植体周围软组织萎缩及骨组织缺损的病例,8年后随访仍表现出良好的前牙美学效果,足够的骨量和角化龈宽度。虽然帐篷螺丝技术比较适用于上颌短跨度的牙槽骨增量,在种植体植入之前获得充足的水平骨量,但由于

骨吸收较明显，该技术不适合于垂直骨高度的增加以及较大型的复合型骨缺损。



A: “直接中央支撑”理念; B: “间接中央支撑”理念; C: “外周支撑”理念。

图 1 “中央支撑”理念和“外周支撑”理念示意图

Fig 1 Schematic diagram of “central support” concept and “peripheral support” concept

此处的帐篷螺丝指目前临床上常用的顶部直径为 1.5、2.0 及 3.5 mm 等型号的钛钉。帐篷螺丝技术的主要并发症是帐篷螺丝暴露，暴露率为 15%~20%^[12,14]，但大量研究^[15,18]表明：帐篷螺丝的暴露对骨增量的效果几乎没有影响。这便是“中央支撑”理念的优点，也是本文写作的初衷。用于“中央支撑”的帐篷螺丝即使暴露，其暴露范围仅局限于螺丝头部，暴露呈“点状”且黏膜裂口不易向周边延伸，软组织仍可附着在钛钉周围，内部的骨替代材料不易漏出，牙龈也无明显炎症表现，临床无需进行处理。此外，由于钛钉贯穿整个植骨空间，即使头部发生暴露，钛钉未暴露

的体部仍可起到支撑成骨空间的作用。与第三类外周支撑方式比较，“外周支撑”结构的钛网与口腔黏膜接触范围大，更容易发生暴露。当部分钛网暴露后，钛网表面的孔隙为骨替代材料的漏出和口腔细菌的进入提供了通道，外周支撑结构受到破坏，内部结构塌陷，使植骨效果受到影响。采用帐篷螺丝维持成骨空间，其创口开裂或屏障膜暴露风险也较低^[19]，骨增量效果可预期性更高。1.2.2 第二类第二亚类 间接中央支撑方式，与直接中央支撑方式存在 2 个差别：1) 支撑结构与屏障膜可不直接接触，即支撑结构与屏障膜直接接触或者存在 1~3 mm 间隙，间隙内充满颗粒状骨替代材料；2) 与屏障膜直接接触的支撑结构自身 80% 以上的部分可吸收，即支撑结构发挥支撑作用同时具有参与骨改建潜力，以使用钛钉的块状自体骨移植术、骨片技术为代表 (图 1B)。

1) 块状自体骨移植。块状自体骨移植 (Onlay 植骨) 是一种较为成熟的植骨技术，通过获取供区骨块移植到受植区域。与其他骨替代物相比，自体骨凭借其优秀的骨生成性 (osteogenic)、骨诱导性 (osteoinductive) 和骨引导性 (osteoconductive)，被认为是骨缺损修复的金标准^[20]。Onlay 植骨适用于牙槽嵴萎缩，残余骨量无法进行种植体植入的情况，不但适用于缺牙区宽度不足的唇颊侧植骨，也适用于垂直高度不足病例的植骨。据报道^[21-22]，Onlay 植骨可以实现平均 (4.18±0.56) mm 的水平骨增量与 (3.47±0.41) mm 的垂直骨增量。然而，当缺损较大时，可获取的骨块体积有限且术后存在一定吸收。有回顾性研究^[23]表明：下颌骨外斜线取骨后行 Onlay 植骨，术后 6 个月平均垂直和水平骨吸收量分别为 (0.18±0.43) mm 和 (0.15±0.42) mm。此外，第二术区的开辟使手术难度和术后反应增加，并发症风险增大，为临床治疗带来一定挑战^[24]。

2) 骨片技术。骨片技术也称贝壳技术，由 Khoury 等^[25]提出，该技术首先需利用微型锯获取皮质骨块，将其分割、修整为 1~2 片薄的皮质骨片，同时获得自体骨屑。使用钛钉将皮质骨片分别固定在缺损区域的颊舌两侧或嵴顶区域，并于基骨间预留间隙，重塑缺损区的三维轮廓。骨片与牙槽嵴之间的间隙全部使用自体骨屑或结合异种骨移植植物填充。

帐篷螺丝技术相对简单，一般不涉及骨移植，并发症发生率低，可用于狭窄、萎缩的上颌骨缺

损患者,并且适用于2~4个牙位的短牙槽嵴。骨片技术更为复杂,需要收集自体骨,取骨区域多为下颌磨牙后区,操作繁琐,制备骨片过程中也容易造成骨片折裂。骨片技术多用于下颌骨的垂直骨增量和上颌骨的水平骨增量,可使牙槽嵴高度或宽度增加5 mm^[26]。此外,研究^[26]也表明:骨片技术和帐篷螺丝技术在增宽上颌骨宽度的效果相近。

1.3 第三类:外周支撑方式

支撑结构位于骨替代材料外周,支撑结构不可吸收,根据高强度支撑材料的覆盖面积比例,又分为2个亚类。

1.3.1 第三类第一亚类 全覆盖外周支撑方式,支撑结构固定于骨缺损区域之外,支撑结构均匀覆盖于骨替代材料表面,支撑结构与骨替代材料直接接触或隔以可吸收生物膜(图1C)。

1) 钛网。钛网的应用属于“外周支撑”理念,即钛网从外侧“包住”骨替代材料。GBR联合钛网可以为骨增量创造并维持更多的成骨空间,钛膜、钛加强聚四氟乙烯(polytetrafluoroethylene, PTFE)膜也体现了该结构理念。

随着技术发展,3D打印个性化钛网(3D printing individualized titanium mesh, 3D-PITM)可以精准重建牙槽骨轮廓,避免术中手工弯制、修剪等步骤,缩短手术时间且边缘圆钝,具备优越的力学性能和良好的生物相容性,相较传统钛网具有更好的临床应用前景^[27]。在Chiapasco等^[28]的一项56例严重骨缺损的回顾性研究中,3D-PITM重建后的平均垂直和水平向的骨增量分别是(4.78±1.88) mm和(6.35±2.10) mm,在随访(10.6±6.5)个月内,种植体的留存率为100%。组织学研究^[29]进一步提示:在GBR术后9个月,3D-PITM表现出极好的骨结合,新形成的组织高度矿化,组织结构良好。由此可见,钛网是严重骨缺损骨增量治疗的有效临床解决方案。钛网可以单独应用于水平骨缺损或垂直骨缺损的骨增量手术,在水平-垂直联合骨缺损时也能够获得良好的修复治疗效果。

目前,钛网最主要的并发症是钛网暴露且暴露发生率较高。报道^[30]显示:钛网暴露率为33%,上颌骨明显高于下颌骨。Proussaefs等^[31]观察到早期暴露的病例中新骨形成减少,而延迟暴露的病例则没有骨量改变。Maiorana等^[32]的研究显示:延迟暴露会导致暴露区域的骨增量材料吸收15%~

25%,骨增量体积略有不足。由此可见,当部分钛网暴露后,钛网表面的孔隙为骨替代材料的漏出和口腔细菌的进入提供了通道,影响骨增量的效果,并有可能继发感染。

2) 香肠技术。香肠技术是由Urban等^[33]提出的一种骨增量技术,因胶原膜和骨移植材料看起来像香肠而得名,在改善水平骨缺损或垂直骨缺损中均有应用。其操作要点是使用膜钉固定可吸收胶原膜,将自体骨与低替代率骨代用品1:1混合的骨移植材料植入胶原膜形成的稳定空间中,上推植骨材料置于牙槽嵴顶,从而改善刃状牙槽嵴骨宽度不足的问题^[8]。对于垂直向骨缺损的病例,Urban等^[34]建议使用钛加强的PTFE这类不可吸收屏障膜行GBR术,同样使用膜钉固定。研究^[33,35]结果表明:香肠技术行水平骨增量时牙槽嵴顶宽度可增加(5.56±1.45) mm,应用钛加强PTFE膜行垂直骨增量时牙槽嵴高度可增加(5.45±1.93) mm。无论使用以上何种屏障膜,香肠技术的应用都属于“外周支撑”理念,依靠外周胶原膜和膜钉的固定支撑稳定的骨再生空间。值得注意的是,香肠技术强调了自体骨的比率(1:1),需要大量自体骨的制备以保证骨增量效果。有时甚至需要开辟第二术区寻求自体骨,增大了手术创伤。

1.3.2 第三类第二亚类 部分覆盖外周支撑方式,此类以栅栏技术为代表。

2015年,Merli等^[36]正式提出了栅栏技术,该技术将钛板在患者的颌骨骨缺损模型上弯制,构建出可以支撑成骨空间的栅栏结构,该结构可以起到部分覆盖外周支撑的作用,6例患者在术后6个月垂直向高度平均增加了6.75 mm。2022年,刘菁晶等^[37]对其进行了数字化改良,采用全数字化流程,设计骨膜钉植入位置并生成骨膜钉精准植入导板,再应用3D打印技术打印患者原始及模拟骨增量后的颌骨模型,进行钛板预弯,以修复为导向精确预估成骨空间,同时简化了手术操作,在术后6~8个月,该研究中的所有8例患者获得了平均(5.44±1.73) mm的最大垂直线性骨增量,水平骨增量为(6.01±1.51) mm。钛板通过其优良的力学性能可以完成对成骨空间的构建及支撑,也能依靠其本身较窄的宽度,保持与邻牙之间足够的距离而不侵犯邻牙牙周,同时降低了术后易暴露的风险。但栅栏技术由于只有部分的外周支撑作用,需要依靠周围残留的部分骨壁提供一定的支持,不适用于严重萎缩的牙槽嵴。

1.4 第四类：混合式支撑方式

混合式支撑方式，即同时使用第二类和第三类支撑方式，骨增量中既有外周支撑结构，又有穿过骨替代材料的中央支撑作用结构或者是骨替代材料本身具有支撑作用。一般采用2种支撑方式的骨增量手术，骨量增加的尺寸较大，同时创伤也较大。

1.4.1 顶部膨大型帐篷钉 除了常规直径的钛钉，临床上还有顶部膨大呈伞状的帐篷钉，邹多宏等^[38]2021年对帐篷钉技术在牙槽嵴修复与再生中的操作规范进行了总结，并研发了帐篷钉系列(Tent-Peg)产品。顶部膨大型帐篷钉的支撑能力更强，但可能存在顶部血供不足、膨大的顶部更容易暴露等缺点。有研究^[18]表明：在水平骨增量的应用场景中，标准直径的钛钉与顶部膨大的帐篷钉都能得到很好的效果且差异无统计学意义。该技术依靠顶部膨大的伞状帐篷部分行外周支撑作用，钉的部分起中央支撑作用，呈现出这种典型的混合式支撑方式。

1.4.2 钛网联合帐篷螺丝技术 钛网是外周支撑结构的一种，可用于水平和垂直向的骨增量，帐篷螺丝作为一种刚性的中央支撑结构，可联合钛网为成骨空间提供良好的支撑。因此在该技术中，钛网行外周支撑作用，帐篷螺丝起中央支撑作用。帐篷螺丝的使用可以对钛网的支撑作用进行补充增强，并增加抵抗唇肌的力量，但相关的研究目前还不多见。研究^[26,39]表明：钛网联合帐篷螺丝技术可以减少严重的牙槽骨缺损重建中自体骨量的需求，可获得临床接受的骨增量效果，但如果钛网一旦暴露，其骨吸收将显著增加。

1.4.3 三明治植骨技术 三明治植骨技术是由Schettler等^[40]于1977年提出，适用于下颌牙槽嵴增高，在下颌骨颊侧行水平分割和抬高，缺损中植入不同的移植材料，自体肋软骨、自体髂骨或同源“髂骨”骨片，13例患者术后下颌骨垂直高度增加了10~15 mm，所有自体移植均愈合无并发症。Scarano等^[41]对9例下颌后牙区牙槽骨萎缩患者行三明治植骨术，在“三明治”区填塞异种骨颗粒支撑并抬高截骨段，术后4个月下颌骨高度于5号和7号牙位分别增高了(7.43±0.87) mm和(6.68±0.70) mm，最终全部18枚种植体均成功完成种植修复。该技术一般依赖抬高的骨块或补充使用钛板行外周支撑作用，而“三明治”区域塞入的骨移植材料则起到中央支撑作用。三明治植

骨技术保持了牙槽嵴的原有形状，有利于将来种植义齿修复，又避免了骨移植材料的直接受力，减缓了骨移植材料的吸收速度，同时，采用异种骨移植材料也避免了取自体骨给患者带来的痛苦。但问题同样存在，其一是操作较为复杂，技术本身就有较大的难度，其二是损伤较为明显，其三是费用较为昂贵，由于三明治植骨技术通常需使用2条甚至更多的钛板，钛板的费用成为此类手术中最主要的费用支出。

2 应用展望

骨增量手术在口腔种植患者中应用广泛，学习各种骨增量的新进展并结合本课题组的临床经验，总结各骨增量的特点，明确骨增量中骨替代材料成骨过程的关键因素，区分各骨增量类型的一个重要方面是保证骨替代材料顺利成骨的支撑结构位置，据此将现有骨增量分为4类，以方便归纳各骨增量的优势和不足，优化骨增量。基于课题组有关上颌窦底提升和帐篷螺丝等方面的临床研究，笔者认为：第二类第二亚类前景广阔，考虑基于“间接中央支撑”理念设计新的骨增量术式。为充分利用并优化中央支撑结构，设想术中增加中央支撑结构的数量、减小中央支撑结构的尺寸、发挥中央支撑作用的材料完成其支撑功能后可吸收、中央支撑材料促成骨等，以期扩大中央支撑骨增量理念的应用(图2)。

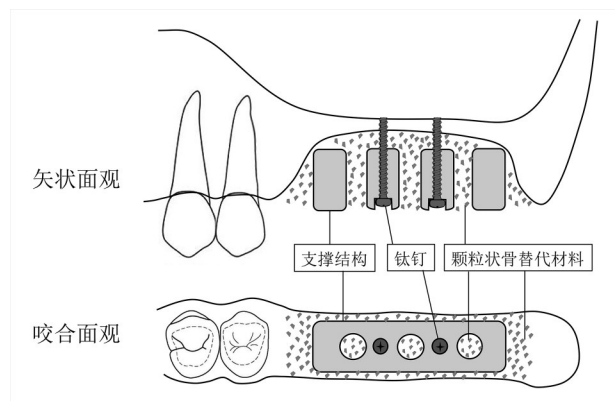


图 2 优化骨增量方案中的各耗材位置关系示意图

Fig 2 The position relation diagram of each consumable in the optimized bone augmentation scheme

例如对块状骨移植手术优化时，可以考虑将块状骨做成蜂窝状，蜂窝状孔隙垂直于骨缺损表面，使用钛钉将蜂窝状骨块固定于骨缺损区，蜂窝状孔隙内可放置混合自体血液的颗粒状骨替代

材料,还可额外添加目前已商品化的生长因子,与单纯块状骨相比,蜂窝状块状骨有利于骨增量材料再血管化,在保留足够中央支撑作用同时为加入其他骨替代材料提供空间,该临床设想仍需进行后续相关临床试验进行效果验证。骨增量理念的探索、发展和应用,将有望增加骨增量术式,为骨增量的临床决策提供全新思路。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

3 参考文献

- [1] Darby I, Chen S, De Poi R. Ridge preservation: what is it and when should it be considered[J]. *Aust Dent J*, 2008, 53(1): 11-21.
- [2] García-González S, Galve-Huertas A, Aboul-Hosn Centenero S, et al. Volumetric changes in alveolar ridge preservation with a compromised buccal wall: a systematic review and meta-analysis[J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2020, 25(5): e565-e575.
- [3] Atieh MA, Alsabeeha NH, Payne AG, et al. Interventions for replacing missing teeth: alveolar ridge preservation techniques for dental implant site development[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2021, 4(4): CD010176.
- [4] Cordaro L, Terheyden H. 口腔种植的牙槽嵴骨增量程序:分阶段方案[M]. 宿玉成,译. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2016:29-85.
Cordaro L, Terheyden H. Alveolar bone augmentation procedure for oral implants: a staged protocol [M]. Su YC., trans. Shen-yang: Liaoning Science and Technology Press, 2016: 29-85.
- [5] Wang HL, Boyapati L. "PASS" principles for predictable bone regeneration[J]. *Implant Dent*, 2006, 15(1): 8-17.
- [6] Sclar AG. Preserving alveolar ridge anatomy following tooth removal in conjunction with immediate implant placement. The Bio-col technique[J]. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 1999, 7(2): 39-59.
- [7] 李菡,王柏翔,王慧明.位点保存术在口腔种植中的研究进展[J]. *口腔医学*, 2023, 43(4): 347-352.
Li H, Wang BX, Wang HM. Research progress of socket preservation technique in oral implantology [J]. *Stomatology*, 2023, 43(4): 347-352.
- [8] Urban IA, Monje A. Guided bone regeneration in alveolar bone reconstruction[J]. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 2019, 31(2): 331-338.
- [9] Jiang X, Zhang Y, Di P, et al. Hard tissue volume stability of guided bone regeneration during the healing stage in the anterior maxilla: a clinical and radiographic study[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2018, 20(1): 68-75.
- [10] Xiao T, Zhao YY, Luo E, et al. "Tent-pole" for reconstruction of large alveolar defects: a case report [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2016, 74(1): 55-67.
- [11] Durrani F, Singh P, Pandey A, et al. Tent screws: predictable guided bone regeneration[J]. *J Indian Soc Periodontol*, 2023, 27(1): 104-112.
- [12] Farias D, Caceres F, Sanz A, et al. Horizontal bone augmentation in the posterior atrophic mandible and dental implant stability using the tenting screw technique[J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2021, 41(4): e147-e155.
- [13] Hempton TJ, Fugazzotto PA. Ridge augmentation utilizing guided tissue regeneration, titanium screws, freeze-dried bone, and tricalcium phosphate: clinical report[J]. *Implant Dent*, 1994, 3(1): 35-37.
- [14] Le B, Rohrer MD, Prasad HS. Screw "tent-pole" grafting technique for reconstruction of large vertical alveolar ridge defects using human mineralized allograft for implant site preparation[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2010, 68(2): 428-435.
- [15] Caldwell GR, Mills MP, Finlayson R, et al. Lateral alveolar ridge augmentation using tenting screws, acellular dermal matrix, and freeze-dried bone allograft alone or with particulate autogenous bone[J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2015, 35(1): 75-83.
- [16] Simon BI, Chiang TF, Drew HJ. Alternative to the gold standard for alveolar ridge augmentation: tenting screw technology[J]. *Quintessence Int*, 2010, 41(5): 379-386.
- [17] Bach L, Borzabadi-Farahani A. Treatment of labial mucosal recession around maxillary anterior implants with tenting screws, particulate allograft, and xenogenic membrane: a case report[J]. *J Oral Implantol*, 2016, 42(5): 427-431.
- [18] Guillen GA, Araújo AD, Macêdo FC, et al. Evalua-

- tion of the screw tent-pole technique for the repair of anterior maxilla width defects: a prospective, randomized, split-mouth study[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2021, 50(6): 801-807.
- [19] Deeb GR, Tran D, Carrico CK, et al. How effective is the tent screw pole technique compared to other forms of horizontal ridge augmentation[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2017, 75(10): 2093-2098.
- [20] Precheur HV. Bone graft materials[J]. *Dent Clin North Am*, 2007, 51(3): 729-746.
- [21] Elnayef B, Porta C, Suárez-López Del Amo F, et al. The fate of lateral ridge augmentation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2018, 33(3): 622-635.
- [22] Elnayef B, Monje A, Gargallo-Albiol J, et al. Vertical ridge augmentation in the atrophic mandible: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2017, 32(2): 291-312.
- [23] Chiapasco M, Tommasato G, Palombo D, et al. A retrospective 10-year mean follow-up of implants placed in ridges grafted using autogenous mandibular blocks covered with bovine bone mineral and collagen membrane[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2020, 31(4): 328-340.
- [24] Aloy-Prósper A, Carramolino-Cuéllar E, Peñarocha-Oltra D, et al. Intraoral onlay block bone grafts versus cortical tenting technique on alveolar ridge augmentations: a systematic review[J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2022, 27(2): e181-e190.
- [25] Khoury F, Antoun H, Missika P. Bone augmentation in oral implantology[M]. New Malden: Quintessence Publishing Co, Ltd, 2007: 115-212.
- [26] Pourdanesh F, Esmacelinejad M, Aghdashi F. Clinical outcomes of dental implants after use of tenting for bony augmentation: a systematic review[J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2017, 55(10): 999-1007.
- [27] Sumida T, Otawa N, Kamata YU, et al. Custom-made titanium devices as membranes for bone augmentation in implant treatment: clinical application and the comparison with conventional titanium mesh [J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2015, 43(10): 2183-2188.
- [28] Chiapasco M, Casentini P, Tommasato G, et al. Customized CAD/CAM titanium meshes for the guided bone regeneration of severe alveolar ridge defects: preliminary results of a retrospective clinical study in humans[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2021, 32(4): 498-510.
- [29] Dellavia C, Canciani E, Pellegrini G, et al. Histological assessment of mandibular bone tissue after guided bone regeneration with customized computer-aided design/computer-assisted manufacture titanium mesh in humans: a cohort study[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2021, 23(4): 600-611.
- [30] Sagheb K, Schiegnitz E, Moergel M, et al. Clinical outcome of alveolar ridge augmentation with individualized CAD-CAM-produced titanium mesh[J]. *Int J Implant Dent*, 2017, 3(1): 36.
- [31] Proussaefs P, Lozada J. Use of titanium mesh for staged localized alveolar ridge augmentation: clinical and histologic-histomorphometric evaluation[J]. *J Oral Implantol*, 2006, 32(5): 237-247.
- [32] Maiorana C, Santoro F, Rabagliati M, et al. Evaluation of the use of iliac cancellous bone and anorganic bovine bone in the reconstruction of the atrophic maxilla with titanium mesh: a clinical and histologic investigation[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2001, 16(3): 427-432.
- [33] Urban IA, Nagursky H, Lozada JL. Horizontal ridge augmentation with a resorbable membrane and particulated autogenous bone with or without anorganic bovine bone-derived mineral: a prospective case series in 22 patients[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2011, 26(2): 404-414.
- [34] Urban IA, Monje A, Lozada JL, et al. Long-term evaluation of peri-implant bone level after reconstruction of severely atrophic edentulous maxilla via vertical and horizontal guided bone regeneration in combination with sinus augmentation: a case series with 1 to 15 years of loading[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2017, 19(1): 46-55.
- [35] Urban IA, Lozada JL, Jovanovic SA, et al. Vertical ridge augmentation with titanium-reinforced, dense-PTFE membranes and a combination of particulated autogenous bone and anorganic bovine bone-derived mineral: a prospective case series in 19 patients[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2014, 29(1): 185-193.

- [36] Merli M, Mariotti G, Moscatelli M, et al. Fence technique for localized three-dimensional bone augmentation: a technical description and case reports [J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2015, 35(1): 57-64.
- [37] 刘菁晶,王婧,满毅,等.数字化改良栅栏技术在垂直骨缺损重建中的应用[J].口腔疾病防治,2022,30(10):733-739.
- Liu JJ, Wang J, Man Y, et al. Application of digitally modified fence technique in vertical bone reconstruction[J]. J Prev Treat Stomatol Dis, 2022, 30(10): 733-739.
- [38] 邹多宏,刘昌奎,薛洋,等.帐篷钉技术在牙槽骨修复与再生中的临床应用及操作规范[J].中国口腔颌面外科杂志,2021,19(1):1-5.
- Zou DH, Liu CK, Xue Y, et al. Clinical application of Tent-Peg technique in the reparation and regeneration of alveolar bone-standard operational practice [J]. Chin J Oral Maxillofac Surg, 2021, 19(1): 1-5.
- [39] 周麟,丁佳敏,邢益丰,等.钛网联合帐篷螺钉技术与自体骨移植在前牙区水平骨增量的对比:一项回顾性研究[J].中国口腔种植学杂志,2023,28(5):340-346.
- Zhou L, Ding JM, Xing YF, et al. Horizontally ridge reconstruction using titanium mesh with tenting screw vs. autologous bone graft: a retrospective study [J]. Chin J Oral Implantol, 2023, 28(5): 340-346.
- [40] Schettler D, Holtermann W. Clinical and experimental results of a sandwich-technique for mandibular alveolar ridge augmentation[J]. J Maxillofac Surg, 1977, 5(3): 199-202.
- [41] Scarano A, Carinci F, Assenza B, et al. Vertical ridge augmentation of atrophic posterior mandible using an inlay technique with a xenograft without miniscrews and miniplates: case series[J]. Clin Oral Implants Res, 2011, 22(10): 1125-1130.

(本文编辑 王姝)

《口腔医学美学》出版发行

书籍名称:《口腔医学美学》

主编:陈莉莉

出版日期:2025年3月

出版社:人民卫生出版社

内容简介:本书从口腔美学概论、颌骨美学、面部美学、唇美学、牙槽骨美学、膜龈美学、牙美学、美学材料科学与工程和光影色彩美学等章节对口腔医学美学进行深入描述归纳,涉及口腔正畸学、口腔修复学、口腔种植学、牙周病学、口腔颌面外科学、牙体牙髓病学和口腔材料学等口腔医学多专业的交叉学科,是全科思维下的多学科美学的提炼与融合。颌骨美学,是口腔医学美学的支撑;从美学的角度看颌骨,深入口腔医学美学基础;面唇美学,是口腔医学美学的表现,与颌骨美学分开剖析,避免混沌难于理解运用;膜龈美学是口腔医学美学的依托,强化提炼后融入口腔医学美学;牙美学是口腔医学美学的焦点,避免与亚专科内容重复;美学材料与工程是口腔医学美学的重要工具,系统讲述原理及应用;光影色彩美学是口腔医学美学的拓展,提供美学评价和交流方法。

