

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2023.06.010

· 综述 ·

“三明治”截骨术增高牙槽骨的研究进展

牛双杰¹, 王晓飞^{1,2}, 王兴¹

1. 山西医科大学口腔医学院, 山西 太原(030001); 2. 山西医科大学第一医院口腔科, 山西 太原(030001)

【摘要】 牙槽骨高度不足是目前种植牙面临的一大挑战。近年来,利用“三明治”截骨术增高牙槽骨成为研究热点。“三明治”截骨术理论上是对骨缺损区“U”形截骨,保留舌侧黏骨膜血供,人为制造“四壁骨袋”,搭建有利成骨空间,促进牙槽骨高度恢复,经组织学研究表明其成骨速度快,骨质良好。“三明治”截骨术适合颊舌侧牙槽骨高度缺损量少于种植体长度50%,或单侧缺损量超过种植体长度50%的患者。“三明治”截骨术操作时,手术切口应设计为颊侧牙槽嵴顶下10~12 mm的水平切口;截骨线设计应保证截骨块的高度、不损伤下颌管,且契合骨缺损形态;不同类型植骨材料的成骨效果无显著性差异;截骨块通过钛板钛钉、植体等进行刚性固定,最后术区减张缝合。与其他骨增量技术进行综合对比,“三明治”截骨术用于中度垂直骨缺损的骨增量效果更好。但该技术敏感性较高,术后短暂性感觉丧失多见。随着技术的改进、数字化技术和超声骨刀的应用,“三明治”截骨术并发症的发生显著降低,数字化截骨将推动“三明治”截骨术趋于成熟,成为一项可临床推广应用的牙槽骨增高技术。

【关键词】 牙槽骨缺损; 垂直骨增量; “三明治”截骨术; 截骨块; 舌侧黏骨膜; 骨移植材料; 数字化技术; 超声骨刀

【中图分类号】 R78 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2023)06-0446-06

【引用著录格式】 牛双杰, 王晓飞, 王兴. “三明治”截骨术增高牙槽骨的研究进展[J]. 口腔疾病防治, 2023, 31(6): 446-451. doi:10.12016/j.issn.2096-1456.2023.06.010.

Research progress on "sandwich" osteotomy to increase alveolar bone NIU Shuangjie¹, WANG Xiaofei^{1, 2}, WANG Xing¹. 1. School and Hospital of Stomatology, Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China; 2. Department of Oral and Maxillofacial Surgery, the First Hospital, Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China
Corresponding author: WANG Xiaofei, Email: Laoyayi@163.com, Tel: 86-13754881906

【Abstract】 Lack of alveolar bone height is a major challenge for dental implants. In recent years, the use of "sandwich" osteotomy to increase alveolar bone height has become a topic of discussion within the research community. In theory, "sandwich" osteotomy is a U-shaped osteotomy in the bone defect area, to preserve the blood supply of the mucoperiosteal on the lingual side and to create an artificial "four-wall bone bag" to build a favorable space for osteogenesis and to increase the height of the alveolar bone. Histological studies have shown that the osteogenesis speed of "sandwich" osteotomy is fast, and the bone is good. Sandwich osteotomy is suitable for buccal-lingual alveolar bone height defects less than 50% of the implant length or for unilateral defects more than 50% of the implant length. In the operation of "sandwich" osteotomy, the horizontal incision should be 10-12 mm below the crest of the buccal alveolar ridge. The design of the osteotomy line should ensure the height of the osteotomy block and that the mandibular canal does not sustain damage and that it fits the shape of the bone defect. There was no significant difference in the osteogenic effect of different types of bone graft materials used for "sandwich" osteotomy. The osteotomy block was rigorously fixed by a titanium plate, titanium nail, implant and other materials, and finally, the intraoperative area was tensioned and sutured. The effect of bone augmentation was evaluated and compared with other bone augmentation techniques; the evaluation showed that sandwich osteotomy was better for moderate vertical bone defects. This technique is highly sensitive and



微信公众号

【收稿日期】 2022-06-30; **【修回日期】** 2022-07-23

【基金项目】 山西省重点研发计划项目(201903D321148)

【作者简介】 牛双杰, 住院医师, 硕士在读, Email: 1341635195@qq.com

【通信作者】 王晓飞, 主任医师, 硕士, Email: Laoyayi@163.com, Tel: 86-13754881906

postoperative transient sensory loss is common. With advances in technology, the application of digital technology and ultrasonic bone knives, the risk of complications is greatly reduced and advances in digital osteotomy will promote apply of "sandwich" osteotomy, which will become a popularized technique for clinical alveolar bone augmentation.

【Key words】 alveolar bone defect; vertical bone increment; sandwich osteotomy; osteotomy piece; lingual mucoperiosteum; bone graft materials; digital technology; ultrasonic bone knife

J Prev Treat Stomatol Dis, 2023, 31(6): 446-451.

【Competing interests】 The authors declare no competing interests.

This study was supported by the grants from Project of Key Research and Development of Shanxi Province (No. 201903D321148).

良好的牙槽骨条件是种植牙成功的前提,由于牙周炎、拔牙窝改建、外伤、颌面部肿瘤、发育畸形等引起的牙槽骨缺损,导致40%~50%的种植牙需进行骨增量手术,以恢复牙槽骨的形态^[1]。牙槽骨增高技术,因其技术敏感性较高、并发症多,始终是种植牙面临的一大挑战^[2]。临床上常用的解决方法包括引导骨再生技术、块状自体骨外置法移植术、牵张成骨术、下牙槽神经侧移术、上颌窦底提升术、使用短种植体等,这些方法都有其各自的适应证,且局限较多^[3],总体并发症及失败率大于20%^[4]。

近年来,“三明治”截骨术因其成骨速度更快、成骨质量更高,骨增量效果显著,为种植牙创造了良好的三维位置条件^[5],越来越多应用于牙槽骨增高^[6-7]。本文就“三明治”截骨术的起源、适应证、操作流程、骨增量效果、并发症及防治等方面进行综述,并按照操作流程的技术要点将“三明治”截骨技术的各种改良方法进行总结,为临床提供参考。

1 “三明治”截骨术的起源

1.1 理论基础

“三明治”截骨术由 Schettler 和 Holtermann 在 1974 年提出,特点是颊侧入路,对牙槽骨缺损区进行“U”形全层截骨,创造游离截骨块,保留完整的舌侧黏骨膜,利用舌侧黏骨膜的弹性,抬升截骨块,间隙内填塞植骨材料,最后通过钢板、螺钉等进行刚性固定,最终成骨。“三明治”截骨术的最初目的是增加萎缩的下颌无牙颌牙槽骨,以帮助义齿固位^[8]。后来随着技术的改进, Jensen 等^[9]发现“三明治”截骨术通过人为制造“四壁”骨袋,将植骨材料置于两片带蒂骨及内部松质骨之间,既可使植骨材料快速、完全融合重塑,又能维持截骨块血供、降低骨吸收,还不破坏牙槽骨冠方皮质骨结构,利于种植牙固位,保留嵴顶牙龈美学形态,符

合理想的垂直骨增量技术需求^[2]。“三明治”截骨术开始逐渐应用于牙槽骨增高。

1.2 组织学基础

余占海等^[10]采用“三明治”截骨术治疗 6 只犬的前磨牙区垂直骨缺损,在截骨块和基底骨的间隙内填塞脱钙牙本质基质,并同期种植来固定截骨块,术后 14 周,组织学检查发现脱钙牙本质基质基本吸收,形成了成熟的骨小梁和骨皮质,种植体骨结合良好。

Checchi 等^[11]对 5 例中重度牙槽骨缺损患者采用“三明治”截骨术,在截骨块和基底骨的间隙内填塞同种自体骨,钛板钛钉固定,术后植入种植体并制取标本对其进行组织学检查。术后 2 个月组织学检查显示:骨再生区域有新骨形成,骨髓腔中细胞活动强烈;定量分析显示:34%为同种自体骨、20%为新生骨、39%为软组织。术后 3 个月组织学检查显示:骨再生活跃,表现为成熟骨,骨板排列有序,含有一定数量的成骨细胞。定量分析显示:22%为同种自体骨、61%为新生骨、10%为骨髓腔、7%为软组织。

“三明治”截骨术可以加快成骨,提高成骨质量,是一种可预测的增高牙槽骨的手术方式^[12]。

2 “三明治”截骨术的适应证

根据牙槽骨缺损骨增量手术方案的专家共识^[13]，“三明治”截骨术的适应证为:① I-I 型和 II-I 型骨缺损(I-I 型:牙槽骨两侧骨板缺损均未超过预期种植体长度的 50%, II-I 型:牙槽骨两侧骨板缺损,一侧骨板缺损超过预期种植体长度的 50%;另一侧骨板缺损不超过预期种植体长度的 50%)。② 牙槽骨宽度 ≥ 4 mm^[14]。③ 剩余牙槽骨高度 ≥ 4 mm^[15];对于下颌后牙区,下牙槽神经管上方剩余牙槽骨高度 ≥ 4 mm^[16]。④ 牙槽骨抬升高度 ≤ 8 mm^[17]。

3 “三明治”截骨术手术流程

3.1 切口设计

切口的设计既要充分暴露术区,保证软硬组织的血供,还要考虑创口初期关闭以及美观要求。

Schettler等^[8]学者沿颊侧前庭沟底切开向冠方翻全厚瓣,充分暴露术区。优点是术野清晰,保留了牙槽骨舌侧与冠方血供,成骨区骨膜完整,未破坏冠龈牙槽美学;缺点是颊侧翻瓣过大,术后牙槽骨吸收严重;切口清洁差,感染风险高;前庭沟变浅需二次手术^[18]。

郭照中等^[19]学者设计了沿牙槽嵴顶及颊侧近远中的“梯形”切口。翻瓣相对较小,手术操作简单,利于清洁;但破坏了截骨块颊侧和嵴顶血供,术后截骨块吸收严重;破坏冠龈牙槽美学。

为最大限度保留牙槽骨颊侧血供,改善冠龈牙槽美学,Domingues等^[15]学者建议在颊侧牙槽嵴顶下10~12 mm的位置设计水平切口,向冠方剥离至膜龈联合下方2 mm左右,暴露术区。最大限度保留了游离截骨块的血供,减少了骨吸收;切口处黏膜动度好,不易开裂,方便清洁;冠龈牙槽美学得以保留。但为了充分暴露术区,切口一般较长。

笔者建议,切口设计应:①保证截骨块的血供;②保证植骨材料表面骨膜完整;③切口位置黏膜动度好、易清洁。考虑到基底骨块血供丰富,切口应位于基底骨段。

3.2 截骨位置

“三明治”截骨术需要对缺损区牙槽骨进行颊舌侧全层“U”型截骨,包括一条水平截骨线和两条垂直截骨线。

3.2.1 水平截骨线 水平截骨线平行于牙槽嵴顶,贯通颊舌侧骨板,将牙槽骨从上到下分为三部分:截骨块、空隙、基底骨^[9]。Nóia等^[20]学者报道,水平截骨线的位置必须保证截骨块高度 ≥ 2 mm,才能避免骨吸收及骨折现象。Domingues等^[15]学者研究发现,牙槽骨抬升高度与截骨块高度成正比,截骨块越高,所获得的垂直骨增量越大。

前牙区: Rachmiel等^[21]学者建议,截骨线在保证截骨块高度 ≥ 2 mm前提下^[22],根据抬升高度选择合适位置,同时应考虑基底骨高度。

下颌后牙区: 由于下颌管的限制,截骨线位于下颌管上方2~4 mm,且保证截骨块高度 ≥ 2 mm^[14]; Rocuzzo等^[18]学者研究发现,截骨线越靠近下颌管,术后暂时性感觉丧失的几率越大。郭

照中团队^[19]建议在剩余牙槽骨高度允许时,截骨线距下颌管4 mm左右,术后未发现感觉丧失症状。

3.2.2 垂直截骨线 近远中两条,起自牙槽嵴顶,止于水平截骨线两端;距邻牙根1.5~2 mm,贯穿颊舌侧全层^[9]。Schettler等^[8]学者设计垂直截骨线与水平截骨线垂直,形成“矩形”截骨块,手术操作方便,但抬升后与缺损区密合度不高,需刚性固定。研究发现,垂直型骨缺损外形一般是“上宽下窄”^[23]。Tan等^[24]学者建议垂直截骨线契合缺损外形,使其抬升后能更好地贴合缺损区,设计了“倒梯形”截骨块。Nazzaal等^[25]学者通过数字化导板技术进行设计,精确截骨,截骨块与牙槽骨缺损区完美贴合。Chan等^[16]学者研究发现,截骨块越长,牙槽骨增高效果越好;连续多颗牙骨缺损增高效果更好。

笔者认为,在设计截骨线时,应综合考量:①水平截骨线:截骨块高度 ≥ 2 mm是前提,避免并发症的同时尽可能保留更高的截骨块;②垂直截骨线:距邻牙1.5~2 mm的前提下,尽可能增宽截骨块,外形贴合缺损区;③建议使用数字化技术设计截骨线;④保证舌侧黏骨膜完整。

3.3 充填植骨材料

抬升后,在空隙内填塞植骨材料,既可以稳定骨块,维持成骨空间,又可促进成骨^[25]。自体骨是植骨材料的金标准。近年来,植骨材料发展迅猛,自体骨、同种异体骨材料、异种骨材料及人工合成骨,均被应用于“三明治”截骨术,效果显著。Domingues等^[15]学者对比了异种小牛骨与可吸收羟基磷灰石的增高效果,未见明显差异。Starch-Jensen等^[12]学者对“三明治”截骨术植骨材料成骨效果对比的meta分析结果显示,其他植骨材料与自体骨块相比,牙槽骨增高效果和种植体生存率无显著差异。Rocuzzo等^[18]学者表示,目前还没有数据支持一种植骨材料优于另一种植骨材料。自体骨移植时供区的二次创伤、术后并发症较多,可选择其他植骨材料代替^[19]。

3.4 稳固抬升空间

稳定是成骨的前提,刚性固定对于提供机械支持和最小化微运动至关重要,抬升后的截骨块和充填的植骨材料需要钛板、钛钉或种植体等进行刚性固定^[26]。Schettler等^[8]学者使用微型钛板、螺钉等进行固定,稳定成骨,后期二次手术取出固定装置。Mansour等^[5]教授等进行“三明治”截骨术

后同期种植,利用种植体来固定截骨块,成骨效果良好;但对牙槽骨宽度要求较高,需至少两颗种植体才可以固定。也有学者使用硬度较强的马源性异种骨块进行固定,未使用钛板钛钉,避免进行二次手术,术后4个月行组织学检查,截骨块与基底骨之间的间隙已被新形成的骨填充,与刚性固定相比,未见明显差异^[27]。

3.5 减张缝合术区

骨移植材料植入区域表面覆盖可吸收屏障膜,隔绝周围软组织的长入,保证成骨的质量。复位黏膜瓣,采用水平褥式减张缝合,辅助间断缝合技术进行双层缝合^[17]。在无张力情况下严密缝合术区,张力较大时对周围黏骨膜进行减张^[27]。

4 “三明治”截骨术的骨增量效果

4.1 “三明治”截骨术骨增量效果

“三明治”截骨术骨增量效果评价指标包括^[20]:①一期手术后牙槽骨垂直骨增量;②二期种植手术后种植体的存留率;③种植体周围牙槽骨吸收。Jensen等^[9]学者行“三明治”截骨术后,平均增高4~8 mm。Nóia等^[20]教授对14例患者行“三明治”截骨术后垂直骨增量2.0~7.88 mm,考虑出现2 mm的原因在于初始残余骨高度过低。Kamperos等^[28]学者对采用“三明治”截骨术的214例患者(444例种植体)随访8个月至5.5年,种植体存留率在90.9%~100%。Felice等^[29]在长达7年的随访中,发现采用“三明治”截骨术后,自体骨块组种植体周围骨吸收为1.34 mm,小牛骨块组为1.37 mm。Rocuzzo教授团队^[18]在查阅大量随访文献得出,采用“三明治”截骨术后,牙槽骨垂直骨增量平均为4.8 mm(4~7 mm);在平均3.7年(1~7年)的随访时间内,观察到445枚植体的存留率为98%,681枚种植体的边缘骨吸收平均为1.43 mm。“三明治”截骨术骨增量效果显著。

4.2 “三明治”截骨术与其他骨增量方式效果比较

与其他骨增量方式相比,“三明治”截骨术更适用于中度垂直骨缺损。引导骨再生技术可提高牙槽骨垂直高度约1~3 mm,且创伤小,技术敏感性低,适用于轻度垂直骨缺损^[30];由于舌侧黏骨膜的抬升限制,“三明治”截骨术垂直骨增量有限,重度垂直骨缺损建议进行牵张成骨术^[21]。而对于中度垂直骨缺损而言,可用块状自体骨外置法移植术、下牙槽神经侧移术、上颌窦底提升术、使用短种植体^[13]。其中,块状自体骨外置法移植术可增

加垂直骨增量平均4~6 mm^[21],但技术敏感性高,移植失败率为10%~100%,移植后骨吸收率4.1%~49%,嵴顶伤口裂开率为3.8%~45.8%,需开辟第二术区,术后疼痛、感染常见^[3];“三明治”截骨术不用开辟第二术区,手术成功率高,且骨吸收少。下牙槽神经侧移术:技术敏感性较“三明治”截骨术高,永久性神经损伤率达12%,且未恢复骨缺损现状,后期种植牙位置及冠根比例仍不协调^[31],目前临床上很少使用。上颌窦底提升术由于解剖结构限制,仅适用于上颌后牙区,目前尚无“三明治”截骨术用于上颌后牙区的病例报道。短种植体(≤ 6 mm)^[32]与“三明治”截骨术相比,避免了骨增量手术,创伤小,符合种植微创理念,但牙槽嵴高度未恢复,后期种植牙冠根比例严重不协调^[33],当冠根比 > 2.2 时,种植体成功率显著下降,进一步加重骨吸收;种植体长期的存留率尚无法证实^[34]。所以,对于中度垂直骨缺损而言,推荐使用“三明治”截骨术(上颌后牙区建议使用上颌窦底提升术)。

5 “三明治”截骨术的并发症及防治

“三明治”截骨术最常见的并发症包括手术后短暂麻木、截骨块折裂、舌侧黏骨膜破裂、软组织开裂及感染等^[20]。

①术后麻木。原因是术中损伤了下牙槽神经,发生率20%~54.54%^[15],据报道恢复时间最长为6周,目前未报道永久性感觉丧失病例^[18]。截骨线远离下颌管^[22]及数字化截骨导板^[25]、超声骨刀的使用,可以降低暂时性麻木的发生几率。②截骨块折裂。截骨块过小,螺钉固定时容易发生折裂。截骨块设计要保证其大小适当^[35];也可以使用硬度较强的骨块来固定,既可以防止骨折裂又可以避免取出固定装置的二次手术^[27]。③舌侧黏骨膜破裂。Schettler等^[8]学者认为“三明治”截骨术的技术难点在于保留舌侧血供,所以在截骨后期靠近舌侧黏膜时,使用凿子分离。近年来,随着超声骨刀的使用,解决了这个技术难题。超声骨刀对软组织无损伤,术中截骨时无需担心损伤舌侧黏骨膜的完整性;抬升时,避免过度抬升,以免导致舌侧黏膜破裂,研究表明在不影响血供的情况下,截骨段在前牙区最大可抬高10 mm^[36]。Jensen等^[9]认为截骨段在下颌后区最大可抬高8 mm。④愈合期软组织开裂。钛板钛钉暴露的概率为6%,植骨材料感染率为8%^[18],建议对切口进行充分减

张, 严密缝合术区; 软组织开裂后, 生理盐水反复冲洗术区, 取出感染物, 定期观察^[15]。

随着技术的发展, “三明治”截骨术的技术敏感性正在逐步降低: 将数字化技术用于截骨线的设计, 实现精准截骨, 最大限度利用自身骨条件, 可降低术后麻木发生率; 超声骨刀用于截骨, 利用空化效应冲洗术区, 保证术野清晰; 精准切割, 对软组织无损伤, 保证舌侧黏骨膜的完整性; 对骨组织破坏小, 减少骨吸收, 促进新骨形成。

6 小结

综上, “三明治”截骨术保证了植骨区丰富的血供, 移植材料与受植床密切接触, 不直接接受功能负荷, 骨吸收少; 保留原有的牙槽骨形态, 重建的骨高度能满足种植体植入的要求, 获得良好的修复效果; 保留冠龈牙槽美学和种植体周围软组织健康。随着数字化导板技术和超声骨刀技术的发展, “三明治”截骨术将会成为治疗中度垂直骨缺损的一大利器。

【Author contributions】 Niu SJ wrote the article. Wang XF reviewed the article. Wang X read and revised the article. All authors read and approved the final manuscript as submitted.

参考文献

- [1] Takamoli J, Pascual A, Martinez-Amargant J, et al. Implant failure and associated risk indicators: a retrospective study[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2021, 32(5): 619-628. doi: 10.1111/clr.13732.
- [2] Urban IA, Montero E, Monje A, et al. Effectiveness of vertical ridge augmentation interventions: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Clin Periodontol*, 2019, 46(Suppl 21): 319-339. doi: 10.1111/jcpe.13061.
- [3] Hameed MH, Gul M, Ghafoor R, et al. Vertical ridge gain with various bone augmentation techniques: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Prosthodont*, 2019, 28(4): 421-427. doi: 10.1111/jopr.13028.
- [4] Vaquette C, Mitchell J, Ivanovski S, et al. Recent advances in vertical alveolar bone augmentation using additive manufacturing technologies[J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2022, 9: 798393. doi: 10.3389/fbioe.2021.798393.
- [5] Mansour HH, Badr A, Osman AH, et al. Anterior maxillary sandwich osteotomy technique with simultaneous implant placement: a novel approach for management of vertical deficiency[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2019, 21(1): 160 - 168. doi: 10.1111/cid.12687.
- [6] Jepsen S, Schwarz F, Cordaro L, et al. Regeneration of alveolar ridge defects. Consensus report of group 4 of the 15th European Workshop on Periodontology on Bone Regeneration[J]. *J Clin Periodontol*, 2019, 46(Suppl 21): 277-286. doi: 10.1111/jcpe.13121.
- [7] Tolstunov L. Surgical algorithm for alveolar bone augmentation in implant dentistry[J]. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 2019, 31(2): 155-161. doi: 10.1016/j.coms.2019.01.001.
- [8] 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. doi: 10.1016/s0301-0503(77)80106-9.
- [9] Jensen OT. Alveolar segmental "sandwich" osteotomies for posterior edentulous mandibular sites for dental implants[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2006, 64(3): 471 - 475. doi: 10.1016/j.joms.2005.11.030.
- [10] 余占海, 刘斌, 岑远坤. 种植体固定的三明治法增高牙槽嵴的实验研究[J]. *口腔颌面修复学杂志*, 2003, 4(2): 81 - 83. doi: 10.3969/j.issn.1009-3761.2003.02.005.
Yu ZH, Liu B, Cen YK. An experimental study on increasing alveolar ridge with sandwich implant fixation[J]. *J Oral Maxillofac Prosthodont*, 2003, 4(2): 81 - 83. doi: 10.3969/j.issn.1009 - 3761.2003.02.005.
- [11] Checchi V, Mazzone A, Zucchelli G, et al. Reconstruction of atrophied posterior mandible with an inlay technique and allograft block: technical description and histologic case reports[J]. *Int Periodontics Restorative Dent*, 2017, 37(6): 863 - 870. doi: 10.11607/prd.3059
- [12] Starch-Jensen T, Nielsen HB. Sandwich osteotomy of the atrophic posterior mandible with interpositional autogenous bone block graft compared with bone substitute material: a systematic review and meta - analysis[J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2020, 58(10): e237-e247. doi: 10.1016/j.bjoms.2020.07.040.
- [13] 张富贵, 宿玉成, 邱立新, 等. 牙槽骨缺损骨增量手术方案的专家共识[J]. *口腔疾病防治*, 2022, 30(4): 229-236. doi: 10.12016/j.issn.2096-1456.2022.04.001.
Zhang FG, Su YC, Qiu LX, et al. Clinical significance of incremental surgery for alveolar bone defects[J]. *J Prev Treat Stomatol Dis*, 2022, 30(4): 229 - 236. doi: 10.12016/j.issn.2096 - 1456.2022.04.001.
- [14] Marconcini S, Covani U, Giammarinaro E, et al. Clinical success of dental implants placed in posterior mandible augmented with interpositional block graft: 3-year results from a prospective cohort clinical study[J]. *Oral Maxillofac Surg*, 2019, 77(2): 289-298. doi: 10.1016/j.joms.2018.09.031.
- [15] Domingues EP, Ribeiro RF, Horta MCR, et al. Vertical augmentation of the posterior atrophic mandible by interpositional grafts in a split-mouth design: a human tomography evaluation pilot study [J]. *Clin Oral Implants Res*, 2017, 28(10): e193 - e200. doi: 10.1111/clr.12985.
- [16] Chan C, Mirzaia A, Le BT. Outcomes of alveolar segmental 'sandwich' osteotomy with interpositional particulate allograft for severe vertical defects in the anterior maxilla and mandible[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2021, 50(12): 1617-1627. doi: 10.1016/j.ijom.2021.06.004.
- [17] Geng YM, Zhou M, Parvini P, et al. Sandwich osteotomy in atrophic mandibles: a retrospective study with a 2- to 144-month fol-

- low-up[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2019, 30(10): 1027-1037. doi: 10.1111/clr.13516.
- [18] Rocuzzo A, Marchese S, Worsaae N, et al. The sandwich osteotomy technique to treat vertical alveolar bone defects prior to implant placement: a systematic review[J]. *Clin Oral Investig*, 2020, 24(3): 1073-1089. doi: 10.1007/s00784-019-03183-6.
- [19] 郭照中, 张恒, 周婷婷, 等. 下颌后牙区“三明治”法增骨同期种植的疗效评价[J]. *上海口腔医学*, 2013, 22(2): 210-213. doi: CNKI:SUN:SHKY.0.2013-02-019.
Guo ZZ, Zhang H, Zhou TT, et al. Effect of sandwich implantation on bone enhancement in mandibular posterior teeth[J]. *Shanghai J Stomatol Med*, 2013, 22(2): 210 - 213. doi: CNKI:SUN:SHKY.0.2013-02-019.
- [20] N6ia CF, Ortega-Lopes R, Kluppel LE, et al. Sandwich osteotomies to treat vertical defects of the alveolar ridge[J]. *Implant Dent*, 2017, 26(1): 101-105. doi: 10.1097/ID.0000000000000522.
- [21] Rachmiel A, Emodi O, Rachmiel D, et al. Sandwich osteotomy for the reconstruction of deficient alveolar bone[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2018, 47(10): 1350-1357. doi: 10.1016/j.ijom.2018.05.004.
- [22] El Hadidy MS, Mounir M, Abou-Elfetouh A, et al. Assessment of vertical ridge augmentation and labial prominence using buccal versus palatal approaches for maxillary segmental sandwich osteotomy (inlay technique): a randomized clinical trial[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2018, 20(5): 722-728. doi: 10.1111/cid.12653.
- [23] 李元, 史俊宇, 张泉, 等. 上颌前牙区牙槽骨缺损形态学特征与引导骨再生手术效果的相关性研究[J]. *上海交通大学学报(医学版)*, 2020, 40(10): 1414-1419. doi: 10.3969/j.issn.1674-8115.2020.10.020.
Li Y, Shi JY, Zhang X, et al. Study on the effect of guided bone regeneration on alveolar bone defect in maxillary anterior region[J]. *J Shanghai Jiaotong Univ (Med)*, 2020, 40(10): 1414-1419. doi: 10.3969/j.issn.1674-8115.2020.10.020.
- [24] Tan W, Yu B, Niu F, et al. Mandibular augmentation with a new sandwich osteotomy: a morphologic study[J]. *J Craniofac Surg*, 2019, 30(4): 1314-1317. doi: 10.1097/SCS.0000000000005097.
- [25] Nazzal SQ, Al-Dubai M, Mounir R, et al. Maxillary vertical alveolar ridge augmentation using computer-guided sandwich osteotomy technique with simultaneous implant placement *versus* conventional technique: a pilot study[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2021, 23(6): 842-850. doi: 10.1111/cid.13045.
- [26] Mertens C, Braun S, Krisam J, et al. The influence of wound closure on graft stability: an *in vitro* comparison of different bone grafting techniques for the treatment of one-wall horizontal bone defects[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2019, 21(2): 284-291. doi: 10.1111/cid.12728.
- [27] Tumedei M, Mijiritsky E, Mour6o CF, et al. Histological and biological response to different types of biomaterials: a narrative single research center experience over three decades[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(13): 7942. doi: 10.3390/ijerph19137942.
- [28] Kamperos G, Zografos I, Tzermpos F, et al. Segmental sandwich osteotomy of the posterior mandible in pre-implant surgery--a systematic review[J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2017, 22(1): e132-e141. doi: 10.4317/medoral.21633.
- [29] Felice P, Bonifazi L, Karaban M, et al. Dynamic navigated "sandwich" technique: a novel surgical approach for safe osteotomies in the rehabilitation of an atrophic posterior mandible: a case report [J]. *Methods Protoc*, 2021, 4(2): 34. doi: 10.3390/mps4020034.
- [30] Tay JRH, Lu XJ, Lai WMC, et al. Clinical and histological sequelae of surgical complications in horizontal guided bone regeneration: a systematic review and proposal for management[J]. *Int J Implant Dent*, 2020, 6(1): 76. doi: 10.1186/s40729-020-00274-y.
- [31] Palacio Garc6a-Ochoa A, P6rez-Gonz6lez F, Negrillo Moreno A, et al. Complications associated with inferior alveolar nerve reposition technique for simultaneous implant-based rehabilitation of atrophic mandibles. A systematic literature review[J]. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*, 2020, 121(4): 390-396. doi: 10.1016/j.jormas.2019.12.010.
- [32] Jung RE, Al-Nawas B, Araujo M, et al. Group 1 ITI Consensus Report: the influence of implant length and design and medications on clinical and patient-reported outcomes[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2018, 29(Suppl 16): 69-77. doi: 10.1111/clr.13342.
- [33] Salvi GE, Monje A, Tomasi C. Long-term biological complications of dental implants placed either in pristine or in augmented sites: a systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2018, 29(Suppl 16): 294-310. doi: 10.1111/clr.13123.
- [34] H6mmerle CHF, Cordaro L, Alccayhuaman KAA, et al. Biomechanical aspects: summary and consensus statements of group 4. The 5th EAO Consensus Conference 2018[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2018, 29(Suppl 18): 326-331. doi: 10.1111/clr.13284.
- [35] Rocchietta I, Ferrantino L, Simion M, et al. Vertical ridge augmentation in the esthetic zone[J]. *Periodontol 2000*, 2018, 77(1): 241-255. doi: 10.1111/prd.12218.
- [36] Wang J, Luo Y, Qu Y, et al. Horizontal ridge augmentation in the anterior maxilla with *in situ* onlay bone grafting: a retrospective cohort study[J]. *Clin Oral Investig*, 2022, 26(9): 5893-5908. doi: 10.1007/s00784-022-04547-1.

(编辑 张琳)



官网