

ICS 11.060.01

CCS Q8415

团 体 标 准

T/NAHIEM 143—2025

口腔种植数字化取骨植骨临床规范

Clinical Protocol for Bone Harvesting and Grafting under
Digital Guidance in Oral Implantology

2025-3-6发布

2025-3-6实施

全国卫生产业企业管理协会发布

目次

前 言	4
引 言	5
1 范围	6
2 规范性引用文件	6
3. 术语及定义	6
4. 数字化取骨植骨术前数据采集与数据拟合	7
4.1 数据采集	7
4.1.1 常规临床资料采集	7
4.1.2 数字化口内信息采集	7
4.1.3 影像学资料采集	8
4.1.4 患者面相信息采集	8
4.2 数字化信息拟合	9
4.2.1 非美学区骨增量-颌骨与牙列数据的拟合	9
4.2.2 美学区骨增量-三维虚拟患者构建	9
5 术前数字化诊断与分析	9
5.1. 理想修复体设计	10
5.1.1 非美学区理想修复体的设计	10
5.1.2 美学区理想修复体的设计	10
5.2 种植体三维位置设计建议	10
5.2.1 非美学区理想种植体位置的设计	10
5.2.2 美学区理想种植体位置的设计	10
5.3 预期的骨增量轮廓的设计原则	11
5.4 修复为导向的骨缺损评估分级	12
5.5 基于不同骨增量技术的数字化骨增量设计	12
5.5.1 块状骨移植技术	12
5.5.2 片状骨移植技术	13
5.5.3 数字化钛网	13
5.6 基于不同骨增量技术的数字化骨增量导板设计	14
5.6.1 数字化取骨导板的设计（适用于块状骨移植，片状骨移植）	14
5.6.2 数字化取骨定位导板的设计（适用于骨环技术）	15

5.6.3 移植物定位导板的设计.....	16
6 数字化取骨植骨临床实施阶段.....	20
6.1 数字化引导下的取骨操作.....	20
6.1.1 器械准备.....	20
6.1.2 数字化原位取骨.....	20
6.1.3 数字化非原位取骨.....	21
6.2 数字化导板引导下的植骨操作.....	23
6.2.1 器械准备	23
6.2.2 块状骨移植技术.....	23
6.2.3 片状骨移植技术.....	24
6.2.4 数字化血浆基质骨	24
6.2.5 数字化钛网植骨术	25
6.2.6 数字化骨环技术.....	25
参考文献	26

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2009 的规则起草。

本文件由全国卫生产业企业管理协会数字化口腔产业分会提出，由全国卫生产业企业管理协会归口。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件主要起草单位：四川大学华西口腔医院，北京大学口腔医院。

参与起草单位：福建医科大学附属口腔医院，南方医科大学附属口腔医院，武汉大学口腔医院，滨州医学院烟台市口腔医院，天津市口腔医院，同济大学附属口腔医院，浙江大学医学院附属口腔医院，重庆医科大学附属口腔医院，上海交通大学医学院附属第九人民医院，中国医学科学院北京协和医院，空军军医大学口腔医院，深圳市友睦口腔门诊部，尚善口腔。

本文件主要起草人：满毅，刘峰，陈江，王婧，王妙贞，杨晓喻，周毅，伍颖颖，黄元丁，史俊宇，向琳，谢超，戈怡，张宇，贺刚，柳忠豪，陈钢，范震，张健，杨国利。

引 言

随着数字化成像、数字化诊断与虚拟设计、计算机辅助设计与制造和三维打印等技术的不断进步，口腔数字化技术在口腔种植领域的应用日渐成熟。口腔种植数字化技术不仅可以简化常规口腔种植手术的临床操作、提高口腔种植的精准度，也可以为复杂骨增量中的取骨和植骨手术提供诸多优势。

本标准通过对口腔种植数字化取骨植骨进行规定，以规范其临床操作方法与流程，从而实现以下目标：①建立口腔种植数字化取骨、植骨术的标准化流程，涵盖从术前数据采集、数据拟合、术前诊断、手术设计及手术实施流程；②帮助医生在临床工作中对拟进行骨增量的患者完善术前分析、明确术前诊断、制定适合的手术治疗方案并进行标准的手术设计，最后精准完成手术；③推动数字化技术在口腔种植骨增量中的应用，倡导医生运用数字化工具，实现骨增量患者的术前精准诊断、手术精准设计、治疗安全实施，从而提高治疗的安全性、可预测性和成功率；④提升口腔种植手术的整体效果和患者满意度，推动口腔医学领域的数字化转型和技术进步。

口腔种植数字化取骨植骨临床规范

1 范围

本标准规定了口腔种植数字化取骨植骨的术前资料采集、数据拟合、数字化骨增量设计和临床实施流程。

本标准供口腔医学（技术）从业人员借鉴与参考。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款：

《口内数字印模技术》、《口内数字印模技术》、《国际口腔种植学会（ITI）口腔种植临床指南 第1卷》、《口腔美学临床摄影专家共识》、《口腔修复数字化美学设计流程指南》（T/NAHIEM 127-2024）。

3. 术语及定义

口内扫描：用口内扫描仪扫描和捕获口腔内部结构表面并转换成数字文件格式的过程。

虚拟患者：口腔修复诊疗中的虚拟患者是指通过数字化扫描技术，获取包含牙列、颌骨、面容、颞下颌关节的信息，并进行数据配准整合、三维重建所构建的虚拟形象。

数字化种植导板：根据患者颌骨解剖信息和修复体信息，利用计算机辅助设计与制作技术完成的引导种植窝轴向和/或深度预备以及种植体植入的外科导板。

块状自体骨移植：从供区获取块状骨并移植到受植床进行骨增量的外科程序。

片状自体骨移植：从供区获取骨块，通过工具将其修整为菲薄的骨片。制备的骨片可通过骨钉固定在受植床，以获得稳定的支撑空间，然后将获取的自体骨屑/植骨材料填入间隙进行骨增量的外科程序。

数字化钛网：在种植手术前，对患者的数字化影像信息进行三维重建和可视化处理后，设计骨增量范围，制成精准重建牙槽骨轮廓的钛网，避免术中手工弯制、修剪等步骤，缩短手术时间，在骨增量程序中保持植骨空间稳定，同时支撑屏障膜。

数据拟合：也称数据配准，将两个或两个以上坐标系中的三维数据点集转换到统

一坐标系中的数学计算过程。它是计算机辅助设计中不可或缺的技术环节，数据拟合决定了数字化口腔种植治疗的精度和安全性。

血浆基质骨：使用液态血浆基质采血管采集患者静脉血，将采血管置于血浆基质制备平台，选择液态血浆基质制备程序，采用注射器吸取液态血浆基质层即可获得液态血浆基质。应用血浆基质制备套装，将固态血浆基质膜剪成碎片，和一定比例的骨代用品混合后，将液态血浆基质滴入，即可获得血浆基质骨。

4. 数字化取骨植骨术前数据采集与数据拟合

4.1 数据采集

进行数字化取骨植骨设计之前需要对患者进行数据采集，用以进行术前诊断，辅助医生选择合适的骨增量术式，并完成取骨植骨手术数字化方案设计。

4.1.1 常规临床资料采集

通过问诊了解患者既往史以明确是否存在手术禁忌证；对患者口腔情况进行初步检查，评估其缺牙区软组织情况，邻牙的牙体牙髓、牙周及咬合等情况。

4.1.2 数字化口内信息采集

(1) 采集设备

采集口内信息的设备通常为口内光学扫描仪或台式光学扫描仪。

(2) 采集方式

临床常见的采集方式为：使用口内光学扫描仪在口内直接进行扫描；或者使用传统印模材料对患者进行取模，灌制石膏模型后再使用台式光学扫描仪进行模型扫描。

(3) 采集要求

- 1) 牙列以及牙龈的形态信息应尽可能扫描完整。检查数据不存在模型的变形以及错层。
- 2) 记录牙尖交错位的咬合信息，避免扫描数据之间存在交叉或离空。
- 3) 若使用台式光学扫描仪采集模型数据，需要应用咬合记录硅橡胶记录患者咬合信息。

(4) 数据格式

口内信息数据多采用标准格式 (Standard Triangle Language, STL) 进行保存, 此数据格式只能保存口内软硬组织的表面结构信息, 无颜色相关信息。当储存格式使用.DCM、.OBJ、.PLY 等, 其在反映口内软硬组织轮廓的同时还能反映口内的真实色彩。

4.1.3 影像学资料采集

(1) 采集视野

口腔种植数字化取骨植骨建议拍摄大视野锥形束 CT (Cone Beam Computed Tomography, CBCT), 视野同时包含供区和受区的解剖结构。

上颌视野应该包含鼻底、上颌窦等解剖结构, 必要时包含双侧颞下颌关节; 下颌视野应包含下颌升支、下颌颈部及下颌角, 上述解剖标志点可能成为后续手术方案中的取骨位点。

患者拍摄状态建议小张口, 保持上下颌牙列分开。

(2) 采集要求

CBCT 数据应保证视野清晰, 无运动伪影和放射伪影。当患者口内存在其他修复体、可能导致比较严重的放射伪影时, 应当在软组织上放置放射标记点或者制作放射导板, 以辅助设计阶段的数据匹配。CBCT 数据体素建议低于 0.25mm, 以保证解剖细节的再现性。

(3) 数据格式

CBCT 的通用数据格式为医学数字影像和通讯格式 (Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM), 用以导入设计软件中进行后续的种植以及取骨植骨手术规划。

4.1.4 患者面相信息采集

对于美学区需进行骨增量的患者, 需先进行美学设计, 根据理想的唇面部支持、修复体形态位置确定种植体三维位置, 依此确定需要植骨的范围。

(1) 采集设备

采集患者面部信息可以使用使用单反相机拍摄数码照片, 或使用面部三维扫描仪进行面部扫描。

(2) 采集方式

- 1) 进行数码照片拍摄时, 建议在合适的环境光条件下, 采用黑、灰或白等纯色背景布进行拍摄。拍摄内容、参数等参考《口腔美学临床摄影专家共识》。
- 2) 进行面部扫描时, 建议在合适的环境光条件下, 采集患者在静息状态下的闭口面容以及最大自然微笑面容, 采集过程中需要患者保持表情的稳定。部分面扫系统配有对应的配准中介物, 患者需要佩戴其中介物后再次进行扫描。

4.2 数字化信息拟合

4.2.1 非美学区骨增量-颌骨与牙列数据的拟合

将患者的颌骨数据 (DICOM 格式) 和牙列数据 (STL 格式) 一并导入设计软件中。在软件中调整阈值, 构建“颌骨牙列”模型。以牙齿解剖标志点作为配准点, 将牙列三维扫描数据与颌骨 CBCT 三维重建数据进行对齐。

4.2.2 美学区骨增量-三维虚拟患者构建

三维虚拟患者是基于牙列三维扫描数据和面部信息数据在设计软件中对患者进行重构的技术。可实现数字化诊断蜡型设计, 设计结果能够指导理想种植体位置设计并转移至最终修复体。

(1) 面部扫描信息与牙列数据拟合

- 1) 面部数码照片与牙列三维数据拟合需要拍摄患者在最大自然笑容状态下的正面部照片, 及牵拉口唇暴露上颌全部前牙和前磨牙的上牙列正面照片。以 2 个以上的牙齿解剖标志点为参考, 将两张照片进行缩放、对齐, 使照片中牙列部分完全重合。
- 2) 三维面部扫描数据与牙列三维数据进行拟合时, 有两种常用的临床方法:
 - ①以配准中介物为媒介进行配准;
 - ②以暴露前牙的三维面部扫描数据为媒介进行配准。

第一种方法配准精度更佳但相应的临床操作也更加繁琐, 临床医生需根据面扫设备的实际条件进行选择。

(2) 颌骨与牙列数据拟合同非美学区。

5 术前数字化诊断与分析

5.1. 理想修复体设计

5.1.1 非美学区理想修复体的设计

在设计非美学区理想修复体时，修复体应与剩余牙列形成的牙弓协调，在理想修复体的功能斜面上设计出合适的咬合接触，并需要考虑穿龈部分的可清洁性。

5.1.2 美学区理想修复体的设计

在设计前牙修复体时，需要确定其理想的切端位置、唇舌位置、及龈缘位置、并与剩余牙列协调自然。设计细节参考《口腔修复数字化美学设计流程专家共识》。

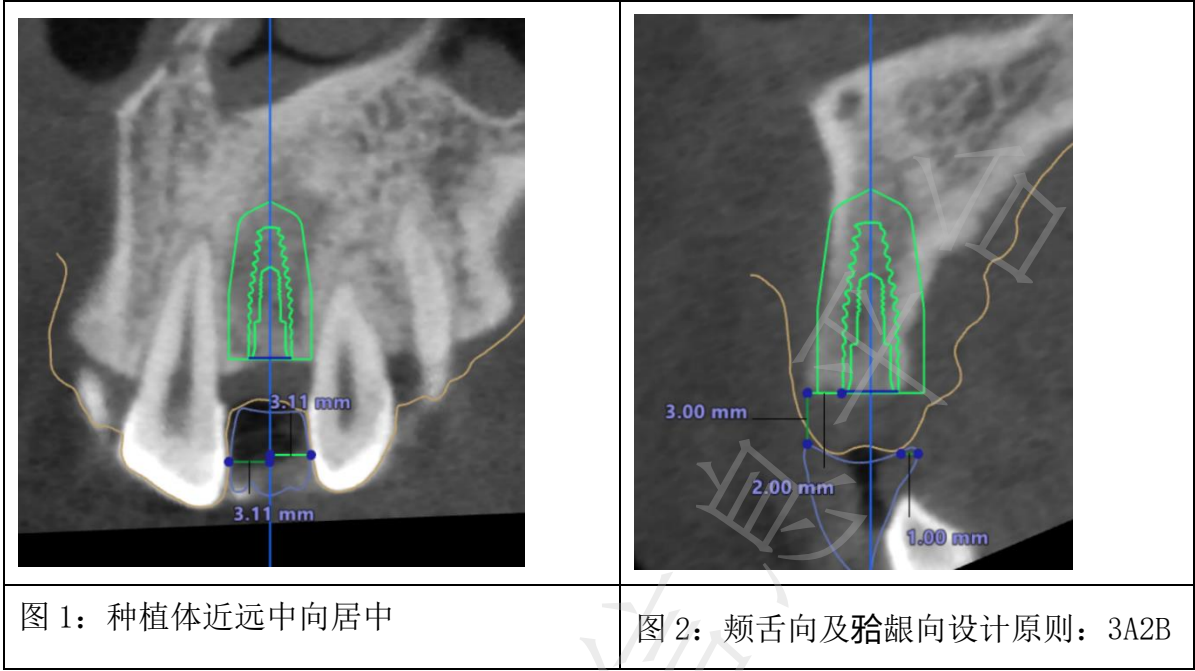
5.2 种植体三维位置设计建议

5.2.1 非美学区理想种植体位置的设计

(1) 近远中向种植体居中；(2) 颊舌向观察，种植体位于近远中邻牙中央窝连线，轴向对准对颌牙中央窝和功能尖连线的中点。𬀩龈向种植体颈部深度需要综合参考修复空间。参照《国际口腔种植学会（ITI）口腔种植临床指南 第1卷》。

5.2.2 美学区理想种植体位置的设计

(1) 近远中向种植体居中；(2) 颊舌向及𬀩龈向满足 3A2B 原则，即种植体颈部平台（注：骨水平种植体）应设置在理想修复体龈缘根方 3mm~4mm，种植体唇舌向位置应该设置在理想修复体唇侧龈缘点舌侧 2mm 位置，并且不过度超过理想修复体舌侧龈缘点（图 1-图 2）。

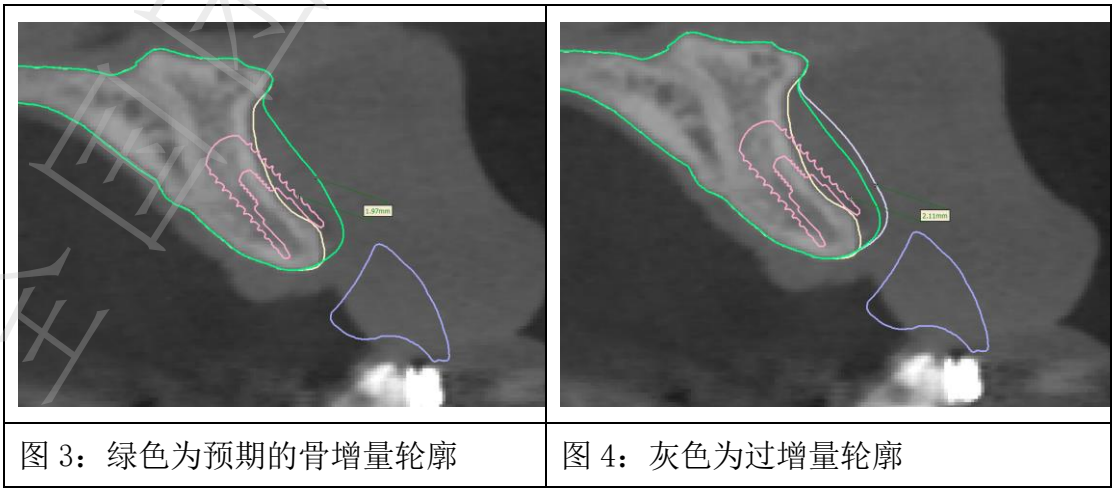


5.3 预期的骨增量轮廓的设计原则

结合临床实际，参考基于修复为导向的种植体位置进行预期的骨增量轮廓设计（图 3）。

（1）预期的骨增量轮廓，唇侧边缘设计在理想种植体唇侧边缘 $\geq 2\text{mm}$ ；舌侧边缘设置在种植体舌侧 1.5mm；冠方边缘放置在种植体颈部，即理想龈缘下 3-4mm。

（2）过增量轮廓：根据临床实际，如应用不同骨增量方法或使用不同的植骨材料等，同时参考患者口内现有骨弓轮廓建议适当进行轮廓过增量（图 4）。



5.4 修复为导向的骨缺损评估分级

完成理想修复体的设计后，根据 Terheyden 分类，按照骨缺损与预期种植位置的关系将牙槽骨缺损进行分类：

(1) 1/4 型：唇侧骨板缺损不超过预期种植体长度的 50%，且植入种植体后呈现为裂开式骨缺损。

(2) 2/4 型：颊侧骨壁为刃状牙槽嵴，其高度未减少但颊侧骨壁吸收超过预期种植体长度的 50%。

(3) 3/4 型：种植体周围牙槽嵴存在部分垂直向和水平向骨缺损。

(4) 4/4 型：种植体周围牙槽嵴存在完全型垂直向和水平向骨缺损。

根据缺损类型选择合适的骨增量方式。

5.5 基于不同骨增量技术的数字化骨增量设计

5.5.1 块状骨移植技术

(1) 受区设计-虚拟增量骨块

按照过增量空间设计虚拟骨块尺寸。通常使用长方体模拟块状骨，使用圆柱体模拟骨环。将虚拟增量骨块放置在受区时，其大小不超过过增轮廓，不低于理想骨弓轮廓。

(2) 受区设计-块状骨放置位置设计

虚拟游离骨块需紧贴受植床表面，以理想种植体颈部作为重点参考位置来放置骨块，骨块固定后其外轮廓应在过增量轮廓内。

(3) 供区设计考量原则

1) 取骨尺寸考量：

- ① 虚拟增量骨块设计中所需骨块的大小；
- ② 需要进一步考量所使用的骨钉数量、直径以及所使用的截骨器械刃厚。

2) 取骨安全考量：

- ① 原位取骨时供区多位于缺牙区域根方或者邻牙的根方，取骨边缘与邻牙根尖至少 3mm 安全距离，在上颌需要与切牙管以及鼻底血管等解剖结构保留 1.5mm～2mm 安全距离，在下颌需要与下颌骨边缘保持 3mm 安全距离。

设计取骨深度时也应当结合患者实际解剖情况，避免突破牙槽骨舌腭侧的皮质骨，

导致相关解剖结构受损。

② 非原位取骨口内供区常见于下颌颊部、外斜线等位置。外斜线取骨时，需与下颌神经管之间至少保留 1.5mm~2mm 安全距离。下颌颊部取骨时，供区应距离其冠方天然牙根尖以及下颌骨边缘 3mm 安全距离。

③ 供区的设计还需考虑截骨切割方向对安全距离的侵犯，设计取骨范围并保留必要的安全距离。

5.5.2 片状骨移植技术

(1) 受区设计-骨片放置位置设计

骨片不与基骨直接接触，以理想种植体颈部作为重点参考位置来放置骨片，骨片应固定在过增量骨轮廓设计之内。

(2) 供区设计

1) 取骨厚度考量

重点评估可取骨块皮质骨厚度，取骨厚度与最小骨片厚度以及需要的骨片数量有关。

① 建议修整后的骨片最小厚度不低于 1mm，使骨片具备足够的支撑力和成骨诱导能力。

② 骨片数量考量：在不需要将骨片分为两片时，只需考虑修整骨片的损耗，选择骨皮质厚度大于 1.5mm 的位置取骨即可满足要求。当需要较多数量的骨片且需将其分割时，须考虑到分离器械刃厚带来的损耗，建议选择骨皮质厚度大于 3mm 的位置作为供区。

2) 取骨安全考量

常见的供区包括下颌颊部和外斜线，取骨的安全考量同块状骨。

5.5.3 数字化钛网

(1) 钛网形态设计

数字化钛网指根据患者的具体骨缺损形态进行个性化设计、通过 3D 打印技术制作的个性化钛网。

数字化钛网的形态设计时，首先参考邻牙的位置和患者自身的骨弓轮廓，设计预期的骨增量轮廓并进行一定程度过增量，在此模型上进行数字化钛网的设计。

钛网的厚度通常 0.3~0.4mm，与理想的骨增量模型紧密贴合，根据骨缺损的具体范围确定钛网的延伸范围，通常钛网边缘盖过骨缺损边缘并与邻牙保持 1.5mm~2mm 安全距离。将数字化设计钛网和患者颌骨骨缺损的 3D 模型进行 3D 打印后，将钛网放置于模型上进行试戴，并对钛网边缘进行打磨和抛光。

(2) 骨钉设计

- 1) 骨钉数量及位置：建议使用至少 2~4 枚骨钉进行钛网固定，骨钉常安置于颊侧靠近根部、牙槽嵴顶部和腭侧边缘等区域。为确保钛网的稳定，应选择骨量充足的位置，固定时骨钉紧贴钛网而不施加过多压力，以避免钛网变形。
- 2) 骨钉入路考量：需根据临床所使用的骨钉工具考虑骨钉的入路，以便于手术操作。若只有直扳手则骨钉方向尽量朝向口外，若有转角扳手等工具则可以放宽设计限制。
- 3) 安全考量：骨钉应与重要解剖结构（如牙根，神经及血管等）保持 1.5mm~2mm 安全距离。

5.6 基于不同骨增量技术的数字化骨增量导板设计

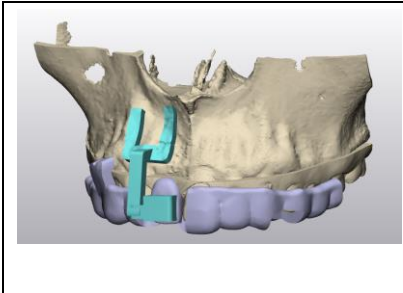
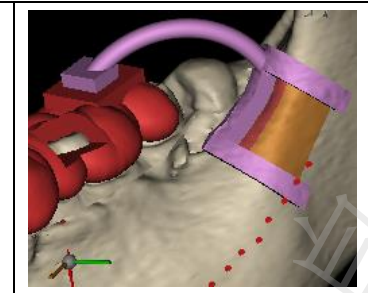
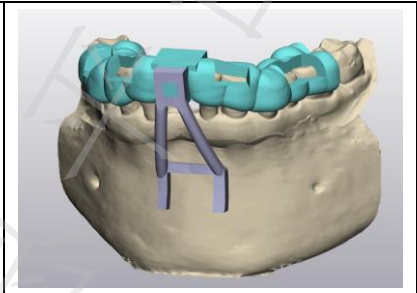
数字化导板/导航/机器人技术辅助下的取骨和植骨，在不同的骨增量技术中均实现了应用，目前导板技术应用更广，导航技术和机器人技术可能是未来的发展方向。本标准将主要围绕导板技术辅助下的取骨和植骨进行阐释。

5.6.1 数字化取骨导板的设计（适用于块状骨移植，片状骨移植）

(1) 数字化取骨导板的组成及设计要求：数字化取骨导板由基底导板和取骨附件组成（图 5-图 7）。

- 1) 基底导板通过卡抱力就位于患者牙弓上，上面设有观测窗以观察就位情况。基底导板设计与常规种植导板类似，需要至少 2mm 厚度以确保使用过程中的强度，并且需要避开牙列的倒凹区。
- 2) 取骨附件用来标记取骨边界及截骨切割角度，其尺寸根据需要取骨的边界及取骨器械刃厚而定。取骨附件需要一定的厚度与大小用以保证其使用过程中的强度。取骨附件可设计为“U”型、“L”型或“口”型等。
- 3) 取骨附件以可插拔的方式与基底导板连接，形态常设置为“回”型。在设置

插销结构的方向时应避免插拔方向与取骨附件就位方向出现过大分歧，导致术中就位和脱位的困难。插销结构的阳极与基底导板相连，阴极通过连接杆与取骨附件相连。连接杆直径应确保足够强度。

		
图 5：原位取骨导板	图 6：外斜线取骨导板	图 7：颧部取骨导板

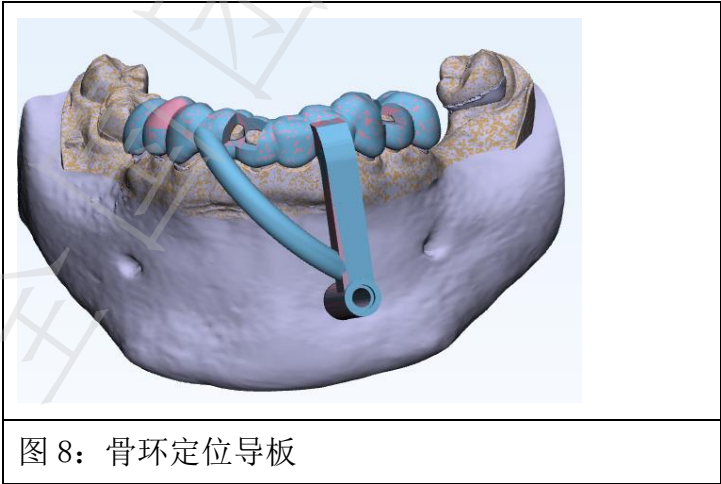
5.6.2 数字化取骨定位导板的设计（适用于骨环技术）

（1）导板辅助下获取骨环

1）骨环定位导板的组成及设计要求：

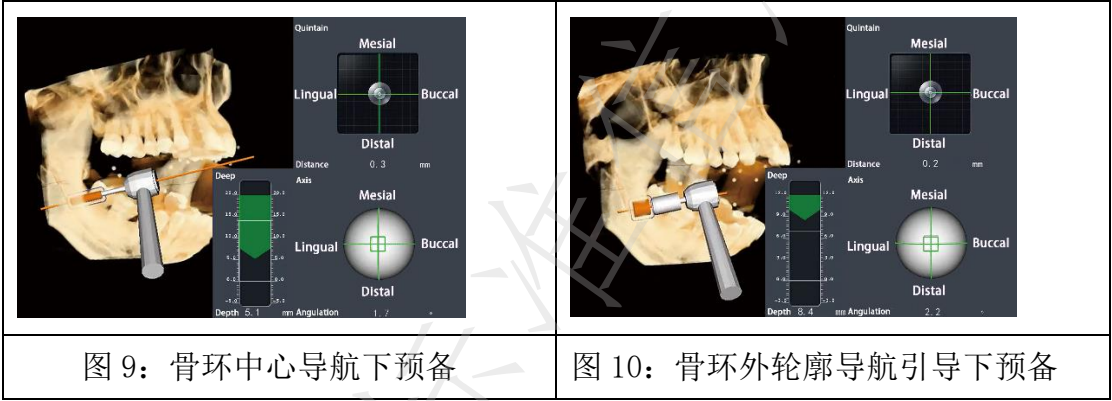
数字化骨环定位导板将引导部分与基底导板通过刚性连接组合成一体，最大程度保证了使用过程中导板的稳定性（图 8）。

- ①基底导板通过卡抱力就位于患者牙弓上，形态和参数与数字化取骨导板一致。
- ②骨环定位附件：使用内径 1.5mm 的固位钉导环作为核心结构，指示出骨环的中心轴所在位，轴向与受区拟植入植体的轴向保持一致。附件底部与颌骨表面贴合，固位钉导环周围结构保证其使用强度。



(2) 动态导航辅助获取骨环

- 1) 根据缺牙区骨缺损形态设计所需骨环高度及直径。
- 2) 供区佩戴配准装置后拍摄 CBCT，将 DICOM 文件导入导航软件系统，于供区寻找合适取骨位置，常见取骨位置包括外斜线区及颏部。导航软件中设计虚拟骨环。
- 3) 虚拟骨环由两部分表示：外圆柱体和内圆柱体。外圆柱体表示骨环外径，由中空的环钻预备；内圆柱体表示骨环中心，由种植体系列钻预备，内圆柱体直径与计划植入种植体直径一致。圆柱体高度则与缺牙区所需骨环高度一致。虚拟骨环三维位置需满足：距离下牙槽神经、邻牙牙根、下颌骨下缘至少 3mm，深度尽量不穿通颏部舌侧骨皮质（图 9-图 10）。



5.6.3 移植物定位导板的设计

(1) 块状骨移植定位导板

包括基底导板和植骨附件两部分（图 11）。

- 1) 基底导板设计要求同取骨导板。
- 2) 植骨附件的设计基于块状骨位置的设计，用于指导术中移植骨块的修整和三维空间位置的定位，植骨附件底部与骨表面接触的区域采用点接触，利用半球形结构在骨表面获得支撑，避免骨块在固定后植骨附件脱位困难。在保证使用强度的前提下，植骨附件连接杆上可预先设计薄弱点，以便于术中剪断附件进行移除。

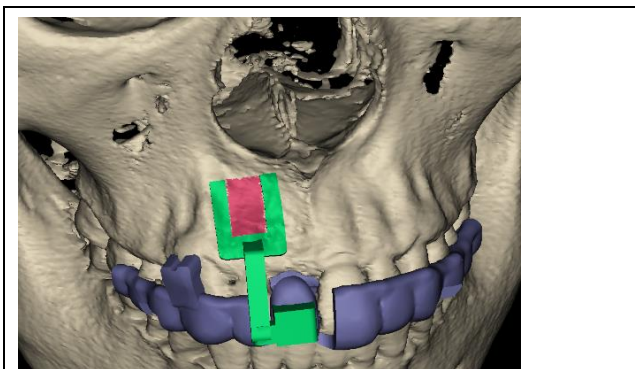


图 11：块状骨移植定位导板

(2) 片状骨移植定位导板

包括基底导板、片状骨修整分割附件及植骨附件。

1) 基底导板设计要求同取骨导板。

2) 片状骨分割附件：

在口内多位点需要进行片状骨移植时，需要进行骨块的修整分割，即长度分割附件（图 13）。采用一个半包绕式结构容纳待分割的骨块，附件上标记有提前设计好的分割线位置，术中将修整后的骨就位于附件后，沿分割线分割骨块。

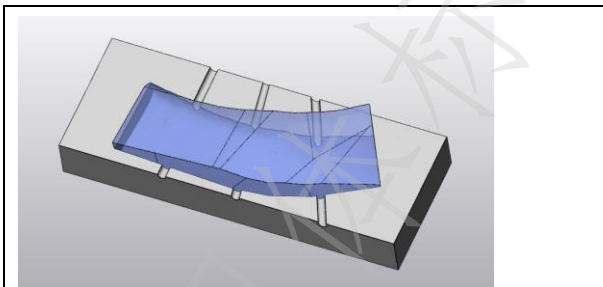


图 12：片状骨分割附件

3) 植骨附件（图 13 和图 14）：在应用片状骨移植技术时，骨片与基骨之间预留一定的空间，通过植骨附件辅助悬空固定骨片，附件底部可设计台阶状结构支撑，使骨片与基骨之间保留一定的空隙，中间设计为镂空结构。术中将骨片放置在植骨附件标记范围内，固定后取下导板。在保证使用强度的前提下，植骨附件的连接杆上可预先设计缺口形成薄弱点，以便于术中剪断附件进行移除。

片状骨分割附件和植骨附件都通过插拔的方式与基底导板连接，其设计同取骨附件设计。

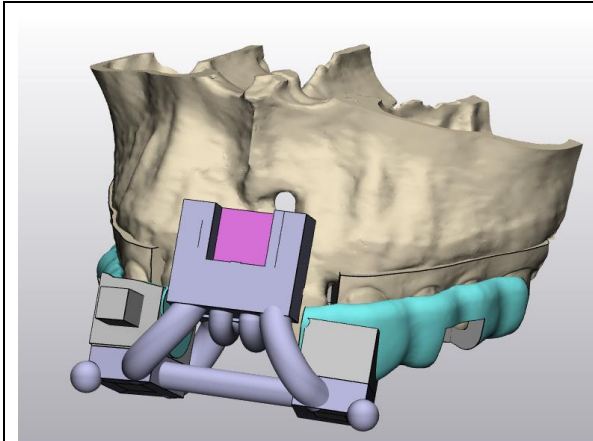


图 13：唇侧骨片放置导板

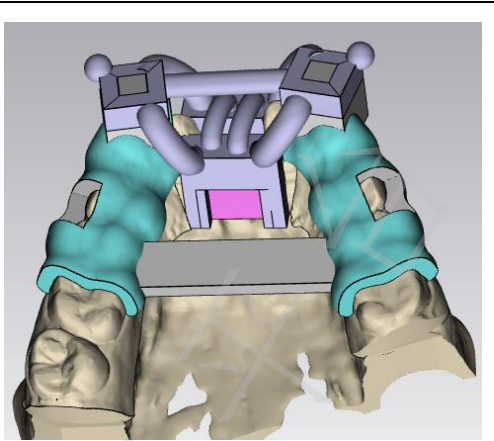


图 14：腭侧骨片放置导板

（3）数字化血浆基质骨

1) 组成：

数字化血浆基质骨技术是通过数字化制作的特质模具，将血浆基质骨在模具内形成特定形态后再放置到植骨术区。通过模具塑形后的血浆基质骨，内表面与患者现有的骨表面结构相同，放置时可以基本做到完全贴合；血浆基质骨的外表面与术前设计的理想骨增量轮廓相同，在放置到术区后可以有效维持起需要成骨的空间。血浆基质骨塑形导板由两部分构成。

①基底导板：基底导板设计要求同取骨导板。

②血浆基质骨塑形附件：轮廓结构内部与理想骨增量轮廓相同，通过插销可以在基底导板上就位；

2) 形态考量：

①基底导板模块：基底导板模块不仅需要为预期的骨轮廓模块提供插销固位，同时也为血浆基质骨唇舌侧提供塑形限制。故在骨缺损区域需要向根方做出较大延伸（图 15）。

②塑形附件（图 16-图 17）：塑形附件内外表面与基底导板过渡平滑。轮廓结构内部同理想骨增量轮廓。模块上设置有把手，便于术中施加垂直向压力。模块各处最低厚度均不低于 2.5mm，以保证使用过程中具有足够的强度。

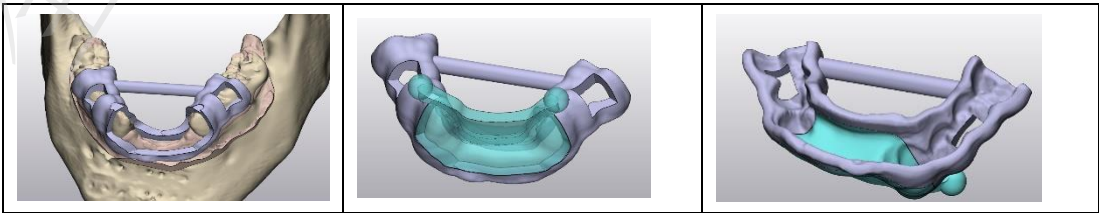


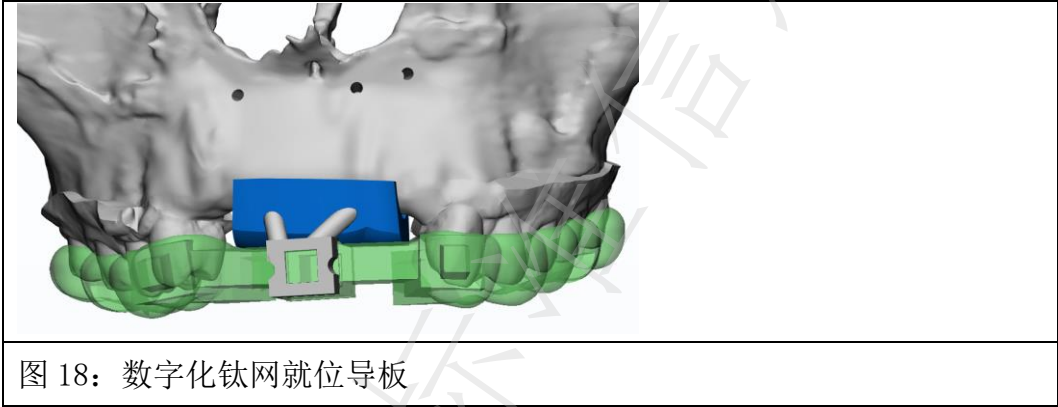
图 15: 数字化血浆基质骨基底导板	图 16: 数字化血浆基质骨塑形附件外表面	图 17: 数字化血浆基质骨塑形附件内表面
--------------------	-----------------------	-----------------------

(4) 数字化钛网

数字化钛网就位导板由基底导板和承托附件组成（图 18）。

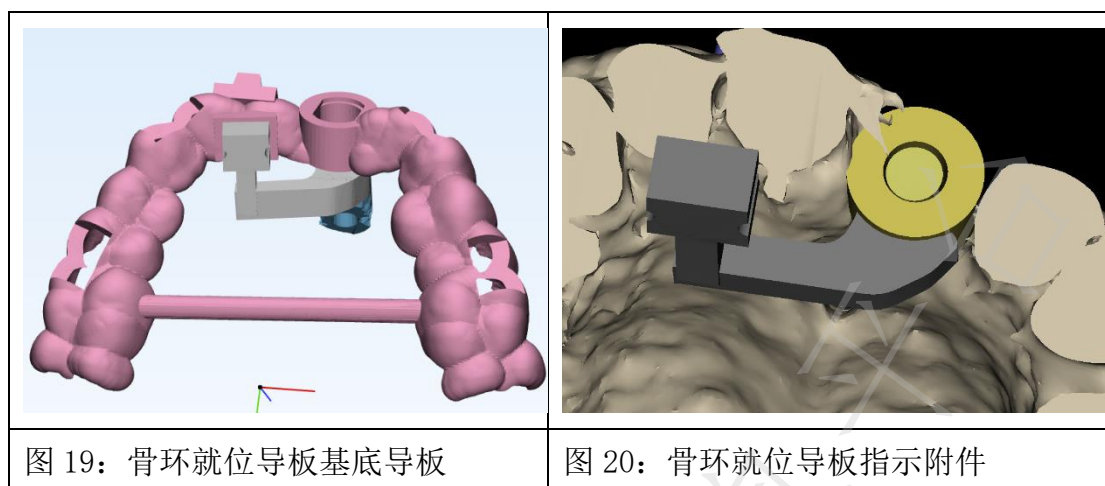
- 1) 基底导板设计与前述基底导板相同。
- 2) 承托附件轮廓内部结构与钛网的外轮廓完全相同，可以精准定位钛网在口内的三维位置。钛网承托附件的延伸范围限制在钛网的冠方，并在倒凹区以上，以确保钛网就位后附件可以顺利取下。钛网承托附件需要一定厚度保证工作强度。

承托附件以可插拔的方式与基底导板连接，其设计同取骨附件设计。



(5) 骨环技术

- 1) 导板引导下骨环技术导板：骨环就位指示导板包含基底导板与就位指示附件。
- ①骨环就位指示导板的基底导板（图 19）：通常为有种植导环以引导种植体同期植入。
 - ②骨环就位附件（图 20）：由舌侧一块半弧形结构组成，指示骨环位置。骨环就位附件需要避让牙槽嵴，以确保可以顺利就位。附件厚度需要保证工作强度。承托附件通过插销结构与基底导板连接，其设计同取骨附件设计。



2) 动态导航引导下骨环技术

- ①术前数据获取 缺牙区进行口扫获取牙列信息，设计理想修复体。佩戴配准装置后拍摄 CBCT，将 DICOM 文件以及 STL 文件导入至导航软件并将两者配准。
- ②设计虚拟种植体：根据理想修复体，参考 3A2B 原则，设计虚拟种植体三维位置和尺寸。种植体根方应确保至少 3mm 植入基骨。
- ③设计虚拟骨环：根据种植体和骨缺损形态，设计虚拟骨环的三维位置及直径。骨环与基骨有充分接触，轴向与种植体长轴平行。

6 数字化取骨植骨临床实施阶段

6.1 数字化引导下的取骨操作

6.1.1 器械准备

- (1) 准备直角拉钩、颊拉钩进行术区牵拉，充分暴露术区。
- (2) 准备裂钻、球钻或超声骨刀用于描记取骨边界及加深取骨深度。
- (3) 准备骨凿、骨锤用于撬起骨块。

6.1.2 数字化原位取骨

- (1) 切口设计和翻瓣：原位取骨设计需要同时考虑取骨和植骨范围，切口包括龈沟内切口、垂直切口及水平切口。

1) 龈沟内切口需要向植骨范围近远中各延伸 1~2 个牙位。

2) 垂直切口时需要注意：

①靠近龈缘处龈沟内切口与垂直切口应呈 90° 直角，可以降低该处创口裂开几率同时减少龈缘退缩风险。

②为了保证充足血供，垂直切口向根方延伸应与牙体长轴平行，超过膜龈联合处。

3) 水平切口需要考虑无张力缝合关创，嵴顶处水平切口应在角化黏膜范围内偏唇/颊侧。完成切口后翻全厚瓣，翻瓣范围需保证取骨及植骨导板顺利就位，不妨碍后续操作。

(2)就位导板和附件：术者和助手需从多个观测窗检查导板与牙体间的密合度，确保导板完全就位，附件与骨面贴合。

(3) 描记取骨边界和取骨：

- 1) 使用适当工具描记边界后取下导板，继续切割至骨皮质完全被切透。
- 2) 边界线交角处必须充分切割离断，形成十字交角，否则会导致骨凿翘起骨块时裂开或折断。
- 3) 骨皮质完全切开后，使用骨凿撬起骨块。

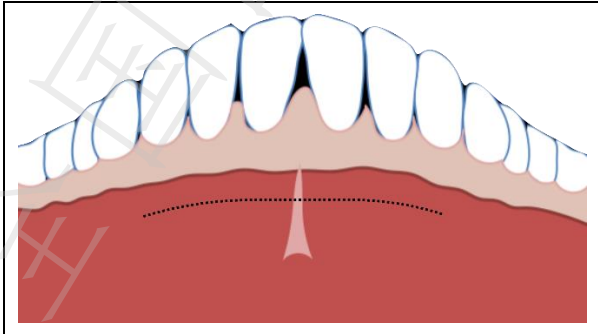
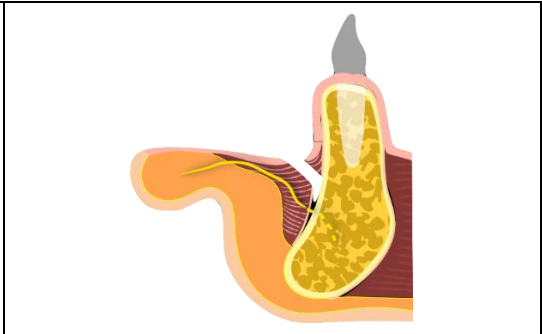
(4) 取骨部位处理：取下骨块后供区可填入胶原蛋白海绵或其他充填材料进行止血，并缝合关创。

6.1.3 数字化非原位取骨

(1) 颊部取骨

1) 切口设计和翻瓣：

①切口设计需避免损伤颊神经，在膜龈联合根方 3mm 作水平切口，根据显露的需要，可以延伸至双侧前磨牙区域。在表浅切开黏膜后，斜行向根方切开肌肉至骨面，可留部分肌肉附着在冠方，以便后期行双层缝合（图 21 和图 22）。

	
图 21：膜龈联合根方 3-5mm 水平切口，无需垂直切口	图 22：斜行切口，保留冠方少量肌肉

②为增加显露范围，必要时可在中线处行垂直切口至骨面，避开双侧的颞神经；锐性切透骨膜后，钝性分离暴露骨面（图 23）。

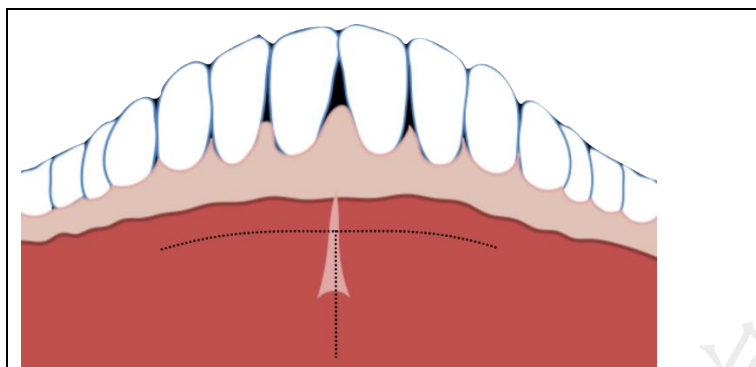


图 23：正中增加垂直切口不易伤及颞神经及其分支

③在骨膜下翻全厚瓣，根据取骨量暴露骨面。

2) 就位基底导板和取骨附件：从观测窗观察导板与牙体密合，确认导板就位，确认附件与骨面贴合。

3) 描记边界和取骨：

①使用适当工具描记边界后取下导板，切割至骨皮质完全被切透。

②交角处需形成“十”字确保完全切透端点，可使用探针检查是否切到骨松质同时检查切割深度避免损伤舌侧骨壁。

③使用骨凿楔入骨内取下骨块。。

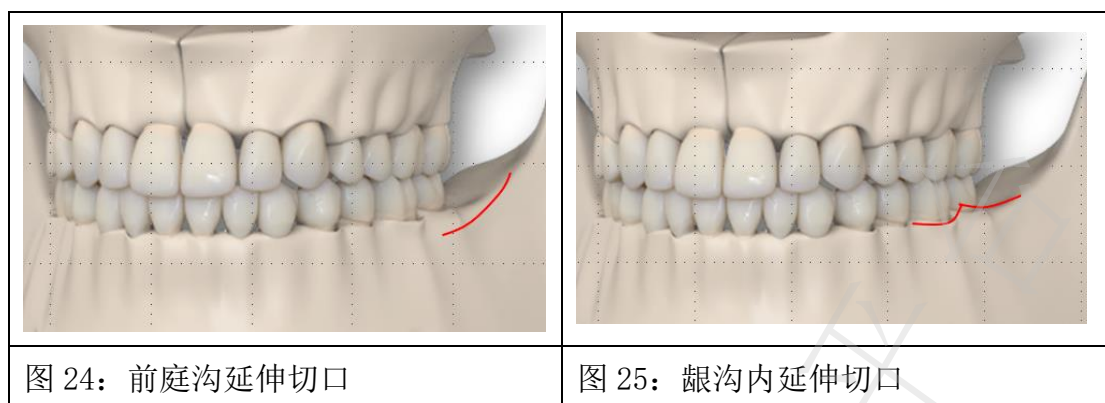
4) 取骨后处理：取下骨块后供区可填入胶原蛋白海绵或其他充填材料等进行止血，并缝合关创。

(2) 外斜线取骨

1) 切口设计及翻瓣：切口设计需参考外斜线走行位置及取骨部位，主要包括以下两种：

① 前庭沟延伸切口（图 24）：在下颌磨牙颊侧膜龈联合下方 2-3mm 切开至骨面，后方从末端磨牙远中颊侧斜向外，沿外斜线方向切开，沿骨面切开骨膜，从骨膜下向颊侧翻全厚瓣。

② 龈沟内延伸切口（图 25）：切口起始于第一磨牙或第二磨牙的龈沟内，向远中延伸从末端磨牙远中颊侧斜向外沿外斜线方向切开。沿骨面切开骨膜，从骨膜下向颊侧翻全厚瓣。



2) 数字化取骨导板口内就位：就位基底导板并连接取骨附件，检查基底导板观测窗及附件边缘与牙齿及骨面完全贴合。

3) 描记边界及取骨：

①使用适当工具沿导板内边缘描记取骨边界。

②取下导板后进一步切割至预定深度，避免损伤重要解剖结构。端点处需保证被充分离断，呈“十”字交叉。

③确认皮质骨被完全切开后，使用适当工具将骨块取下。

4) 取骨后供区处理：取下骨块后供区可填入胶原蛋白海绵或其他充填材料等进行止血，并缝合关创。

6.2 数字化导板引导下的植骨操作

6.2.1 器械准备

(1) 准备适当工具进行骨块修整。

(2) 骨钉通道预备器械及抓持器械。

6.2.2 块状骨移植技术

(1) 受区预备：植骨前去除骨面残留软组织，使用剥离子进行探查。若邻牙存在牙周/根尖周炎症，应先消除来自邻牙的感染源。

(2) 骨块修整：在无菌生理盐水持续冷却下按照植骨附件的轮廓修整骨块形态，保持边缘圆滑，接触面与受区尽量适配。

(3) 就位植骨导板并连接附件，按照附件的指示就位骨块。

(4) 骨钉通道制备：骨块与基骨上的骨钉通道同时预备，应参照制造商的说明使用相应预备器械成形通道。

(5) 骨块固定：使用适当工具或术前打印的导板将骨块稳定在预计固定位置，使用相应器械抓持骨钉，按照通道预备的方向将骨钉拧入。

(6) 骨块与受区之间间隙处理：若骨块完成固定后，二者之间仍存在间隙，应使用自体骨屑或植骨材料将其填塞紧实。

(7) 覆盖胶原膜（根据需要）：修剪可吸收胶原膜覆盖植骨材料并超过边界至少 2mm，对胶原膜进行适当固定，进行无张力创口关闭。

6.2.3 片状骨移植技术

(1) 受区预备：同块状骨移植术。

(2) 骨片修整：将骨块就位于骨块分割导板，在无菌生理盐水持续冷却下使用超声骨刀/盘锯等器械，将骨块片切成适当厚度与形状，并按照植骨附件轮廓修整至与术前设计相匹配。

(3) 确认骨片固定位置：就位植骨基底导板并连接附件，在导板指示下放置骨片。

(4) 骨钉通道制备：参照制造商的说明使用相应预备器械成形通道。

(5) 骨片固定：使用适当工具或术前打印的导板将骨片稳定在设计位置，保留骨片与基骨间预设的间隙，使用相应器械抓持骨钉，按照通道预备的方向将骨钉拧入至骨片与基骨。

(6) 骨块与受区之间间隙处理：骨片完成固定后，二者之间的间隙使用自体骨屑或植骨材料等填塞。

(7) 覆盖胶原膜：修剪可吸收胶原膜覆盖植骨材料并超过边界至少 2mm，对胶原膜进行适当固定，进行无张力创口关闭。

6.2.4 数字化血浆基质骨

(1) 受区制备：同块状骨移植。

(2) 制作数字化血浆基质骨：将制备完成的血浆基质骨置于塑形导板中，形成能够贴合受区骨面的轮廓。

(3) 放置血浆基质骨：将血浆基质骨置于植骨受区，充分贴合骨面；

(4) 覆盖胶原膜（根据需要）：修剪可吸收胶原膜覆盖植骨材料并超过边界至少 2mm，对胶原膜进行适当固定，进行无张力创口关闭。

6.2.5 数字化钛网植骨术

(1) 受区预备：同块状自体骨移植。

(2) 定位钛网：使用数字化钛网就位导板在口内就位钛网，确认钛网就位与术前设计基本一致，与骨面贴合，在牙槽嵴顶，钛网边缘应距离邻牙 1.5 mm 以上。

(3) 钛网骨钉通道制备：确认钛网位置准确后参照制造商说明使用相应预备器械成形通道。

(4) 钛网固定：使用适当工具将个性化钛网稳定在设计位置，使用相应器械抓持骨钉，按照通道预备方向将骨钉拧入，使钛网与骨面完全贴合。

(5) 填塞骨替代材料：植骨材料可在体外预置于钛网内，口内就位钛网后再进一步填充植骨材料。

(6) 覆盖胶原膜：修剪可吸收胶原膜覆盖钛网并超过边界至少 2mm，对胶原膜进行适当固定，进行无张力创口关闭。

6.2.6 数字化骨环技术

(1) 导板引导下骨环技术

1) 骨环供区预备：就位数字化骨环定位导板，采用骨环工具箱钻针对准中心点进行骨环边界标记；保留骨环于骨内，按照术前设计在骨环中心制备种植窝洞并完成颈部成型；继续采用取骨环钻预备至预定深度取下骨环。

2) 受区：采用相同的骨环钻针进行受区牙槽嵴骨修整，按照骨环就位附件放置骨环于受区。

3) 种植体植入：导板引导下穿过骨环对骨床进行逐级预备，并植入种植体。

4) 填塞骨替代材料：骨环与受区之间填塞植骨材料或自体骨屑。

5) 覆盖胶原膜（根据需要）：修剪可吸收胶原膜覆盖骨环及植骨材料并超过边界至少 2mm，对胶原膜进行适当固定，进行无张力创口关闭。

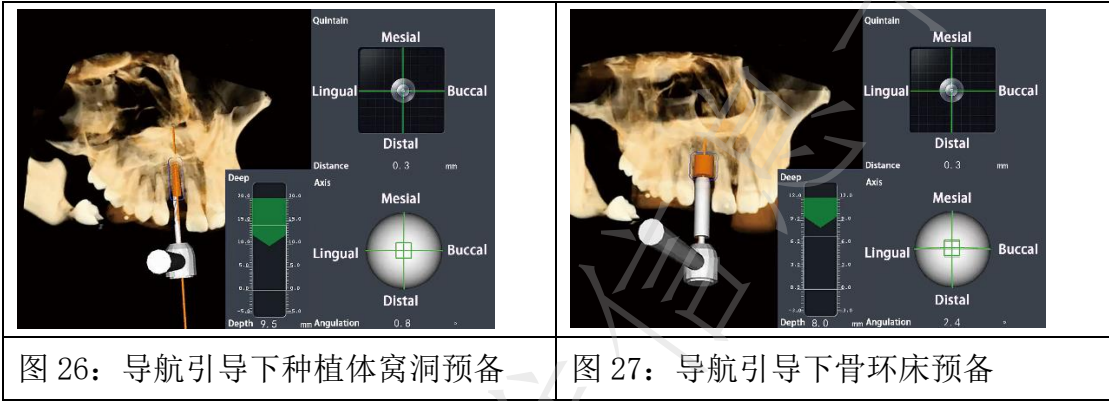
(2) 导航引导下骨环技术：

1) 术前准备：术中所使用不同直径的环钻与种植体系列钻需要提前录入导航系统。导航手机及颌骨定位装置进行标定；患者与术前 CBCT 进行配准。供区与受

术前进行配准，并利用邻牙牙尖等解剖标志点验证精度。

2) 供区预备：先后使用种植体系列钻和环钻分别在导航引导下预备骨环中心和骨环外轮廓。

3) 受区预备：首先使用种植体系列钻导航引导下预备种植窝洞。其次使用环钻和平头菠萝钻导航引导下预备骨环床。最后在导航引导下植入种植体-骨环复合体（图 26-图 27）。



4) 骨环与受区间隙处理：骨环与基骨之间的间隙填塞植骨材料。

5) 覆盖胶原膜：修剪可吸收胶原膜覆盖骨环及植骨材料，对胶原膜进行适当固定，进行无张力创口关闭。

参考文献

[1] 宿玉成. 口腔种植学词典 [M]. 北京：人民卫生出版社, 2021.

[2] 黄翠, 刘峰, 满毅, et al. 口内数字印模技术 [J]. 实用口腔医学杂志, 2023, 39(06): 689-95.

[3] 柳忠豪, 刘峰, 陈江, et al. 口腔修复数字化美学设计流程专家共识 [J]. 实用口腔医学杂志, 2024, (02): 156-63.

[4] 宿玉成. 国际口腔种植学会 (ITI) 口腔种植临床指南 第 1 卷 [M]. 辽宁科学技术出版社, 2019.

[5] 中华口腔医学会口腔美学专业委员会. 口腔美学临床摄影专家共识 [J]. 中华口腔医学杂志, 2017, 52(5): 265-9

[6] ZHU N, LIU J, MA T, et al. Fully digital versus conventional workflow for horizontal ridge augmentation with intraoral block bone: A randomized controlled clinical trial [J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2022, 24(6): 809-20.

[7] DE STAVOLA L, CRISTOFORETTI A, FINCATO A, et al. Accuracy and Technical Predictability of Computer Guided Bone Harvesting from the Mandible: A Cone-Beam CT Analysis in 22 Consecutive Patients [J]. J Funct Biomater, 2022, 13(4).

- [8] 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): 5893-908.
- [9] SIMPSON K T, BRYINGTON M, AGUSTO M, et al. Computer-Guided Surgery Using Human Allogenic Bone Ring With Simultaneous Implant Placement: A Case Report [J]. *Clin Adv Periodontics*, 2020, 10(1): 16-22.
- [10] CUCCHI A, VIGNUDELLI E, FRANCESCHI D, et al. Vertical and horizontal ridge augmentation using customized CAD/CAM titanium mesh with versus without resorbable membranes. A randomized clinical trial [J]. *Clin Oral Implants Res*, 2021, 32(12): 1411-24.
- [11] LI S, ZHAO Y, TIAN T, et al. A minimally invasive method for titanium mesh fixation with resorbable sutures in guided bone regeneration: A retrospective study [J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2023, 25(1): 87-98.
- [12] LI J, SOMMER C, WANG H L, et al. Creating a virtual patient for completely edentulous computer-aided implant surgery: A dental technique [J]. *J Prosthet Dent*, 2021, 125(4): 564-8. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.02.026>.
- [13] LI J, CHEN Z, DONG B, et al. Registering Maxillomandibular Relation to Create a Virtual Patient Integrated with a Virtual Articulator for Complex Implant Rehabilitation: A Clinical Report [J]. *J Prosthodont*, 2020, 29(7): 553-7.
- [14] Tommasato, G., et al., Digital planning and bone regenerative technologies: A narrative review. *Clin Oral Implants Res*, 2024. 35(8): p. 906-921.
- [15] Chiapasco, M., 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. *Clin Oral Implants Res*, 2021. 32(4): p. 498-510.
- [16] Chiapasco M, Casentini P. Horizontal bone-augmentation procedures in implant dentistry: prosthetically guided regeneration. *Periodontol 2000*. 2018 Jun;77(1):213-240. doi: 10.1111/prd.12219. Epub 2018 Feb 25. PMID: 29478251