

中华口腔医学会  
团体标准

T/CHSA 024—2023

数字化无牙颌种植修复技术专家共识

Experts consensus on full-arch implant rehabilitation with digital technologies



2022 - 05 - 19 发布

2023 - 06 - 01 实施

中华口腔医学会 发布

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 技术使用所需设备 .....	1
4.1 数据采集设备 .....	1
4.2 数字化种植外科软件 .....	2
4.3 外科种植外科导航系统 .....	2
4.4 种植机器人导航定位系统 .....	2
4.5 数字化修复软件 .....	2
5 术前准备 .....	2
6 数字化数据采集 .....	2
6.1 放射导板制作及颌骨的 CBCT 影像采集 .....	2
6.2 数字印模 .....	3
6.3 面部扫描 .....	3
6.4 术前方案设计 .....	3
6.4.1 设计原则 .....	3
6.4.2 方案设计 .....	3
7 手术实施 .....	3
7.1 导板手术实施 .....	3
7.1.1 数字化半程导板种植手术 .....	3
7.1.2 数字化全程导板种植手术 .....	3
7.1.3 数字化截骨导板种植手术 .....	3
7.2 导航手术实施（可选技术） .....	4
7.2.1 导航手术的优势 .....	4
7.2.2 配准 .....	4
7.2.3 实时导航引导下的无牙颌种植手术 .....	4
7.2.4 实时导航引导下的颧种植体种植手术 .....	4
7.2.5 实时导航较导板植入技术的优点 .....	4
7.2.6 实时导航较导板植入技术的不足 .....	4
7.3 机器人辅助下的数字化无牙颌种植手术（可选技术） .....	4
7.4 注意事项及技术要点 .....	4
8 上部结构修复 .....	5
8.1 即刻临时修复 .....	5
8.2 永久（终）修复制作 .....	5
8.2.1 制作永久（终）修复前准备 .....	5

8.2.2	无牙颌数字化印模 .....	5
8.2.3	数字化咬合重建 .....	5
8.2.4	面扫（可选技术） .....	5
8.2.5	上部结构数字化加工 .....	5
9	误差及防范措施 .....	6
9.1	基本信息的获取和处理产生的误差 .....	6
9.1.1	图像获取与数据处理 .....	6
9.1.2	印模的制取 .....	6
9.2	种植体选择和种植区域设计产生的误差 .....	6
9.2.1	种植体的长度 .....	6
9.2.2	种植区域的骨密度 .....	6
9.2.3	种植体植入的位置 .....	6
9.3	导板设计和制作产生的误差 .....	6
9.3.1	导板的支持方式 .....	6
9.3.2	导板的设计和制作 .....	6
9.4	临床操作产生的误差 .....	6
9.4.1	种植系统 .....	6
9.4.2	术者经验 .....	6
10	数字化无牙颌种植修复效果评估 .....	7
11	复查维护 .....	7
	参考文献 .....	8



## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中华口腔医学会口腔种植专业委员会提出。

本文件由中华口腔医学会归口。

本文件起草单位：浙江大学口腔医学院/浙江大学医学院附属口腔医院、中国医学科学院北京协和医院、空军军医大学口腔医院、上海交通大学医学院附属第九人民医院、福建医科大学附属口腔医院、武汉大学口腔医院、吉林大学口腔医院、重庆医科大学附属口腔医院、浙江大学医学院附属第一医院、中山大学附属口腔医院、四川大学华西口腔医院、南方医科大学口腔医院、南开大学口腔医院（天津市口腔医院）、南京医科大学附属口腔医院、首都医科大学附属北京口腔医院、北京大学口腔医院、浙江省人民医院。

本文件主要起草人：王慧明、宿玉成、李德华、赖红昌、陈江、施斌、周延民、季平、顾新华、邓飞龙、吴轶群、满毅、徐淑兰、张健、汤春波、耿威、张宇、杨帆、杨国利、周益、王心华、王柏翔、俞梦飞、陈肖依、姜治伟。



## 引 言

无牙颌，即牙列缺失，作为一种临床常见病、多发病，多由牙周病引起，常见于老年人。牙列缺失严重损害患者的口腔功能，影响其咀嚼、吞咽和发音，且随着时间推移，可导致牙槽骨、口腔黏膜、颞下颌关节等的损伤。同时，缺少牙列支撑的面容，易显老态，影响患者社交生活与心理健康。

随着种植修复技术的不断进步及人们生活水平的进一步提高，种植修复已成为目前临床上首选的无牙颌修复方式之一。临床医生们在设计种植体植入位置时应当遵循生物学及美学原则，以修复为导向的理念。然而在种植修复过程中，无牙颌种植缺少余留牙的辅助定位和稳定的颌位关系，且无牙颌患者大多伴随中-重度的牙槽骨萎缩，牙槽嵴呈刀刃状，可利用骨量少，增加了术中种植体定位的难度。传统的“自由手”式的植入操作，高度依赖术者的临床经验，在刃状牙槽嵴上钻针可发生滑移偏位，易损伤上颌窦、下颌神经等解剖结构，并且难以保证多颗植体之间获得良好的位置关系。同时，为了在术中取得良好的术区视野，往往采取大面积翻瓣，增加了患者术后的疼痛、肿胀及感染风险。因此，精确地设计并植入种植体，减少种植修复的并发症，是无牙颌种植修复的首要解决问题。

近年来，数字化技术在口腔种植医学领域的应用越来越广泛，除了传统的CBCT成像技术，计算机三维重建颌骨模型、辅助设计种植手术、数控加工、增（减）材制造、实时导航、数字化印模、面部扫描等数字化技术愈发成熟。多项技术的联合应用使得软硬组织体外数字化修复重建成为可能，为获得无牙颌的精准种植修复提供了技术支撑。

但目前我国数字化技术在无牙颌种植修复中的应用仍缺乏共识指导，临床医生在信息采集、数字化设计、外科手术、修复等诊疗过程中存在不规范操作流程。因此，构建标准化、高效化的数字化种植修复诊疗共识，有助于指导临床医生合理选择病例，高效应用数字化技术，减少术中术后并发症，提高无牙颌患者种植修复的美学及功能效果，对于无牙颌种植修复技术的发展具有重要意义。

中华口腔医学会口腔种植专委会组织专家经过充分讨论，制定了“数字化无牙颌种植修复技术”专家共识，以指导该技术的临床操作流程以及适应症，促进其推广应用。



# 数字化无牙颌种植修复技术专家共识

## 1 范围

本共识给出了数字化无牙颌种植修复技术所需的设备、术前准备、数据采集、手术实施、上部结构修复的流程以及应用数字化技术进行无牙颌种植修复的误差及防范措施、效果评估与长期的复查维护。本共识适用于全口牙列缺失或单颌牙列缺失拟应用数字化技术进行种植修复治疗的患者。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**无牙颌** edentulous jaw

即牙列缺失，是指整个牙弓上不留存任何天然牙或牙根。

### 3.2

**锥形束CT** cone beam computed tomography, CBCT

锥形束CT采用锥形X线束和面积探测器，围绕受检者旋转360°，获取容积重建所需数据，重建出各向同性的三个维度上的断层影像。

### 3.3

**数字印模** digital impression

数字印模是指利用口内扫描或模型扫描获取口腔表面三维数据集的印模技术，通常采用STL格式。

### 3.4

**三维面部扫描** 3D facial scanning

利用光学测量技术，获得颜面部形貌的三维形态信息，通常采用OBJ格式。

### 3.5

**数字化面弓、虚拟颌架及下颌运动轨迹描记** digital facebow, virtual articulator and mandibular movement recording

这些相应的数字化设备用于记录患者上颌对颞下颌关节的固有的位置关系以及患者下颌运动的轨迹、方向、角度等数字化信息。

### 3.6

**三维重建** 3D reconstruction

三维重建是指对三维物体建立合适计算机表示和处理的数学模型，是在计算机环境下对其进行处理、操作和分析的基础，也是在计算机中建立表达客观世界的虚拟现实的关键技术。分为体绘制重建和表面绘制重建。

### 3.7

**增材制造** additive manufacturing

以三维模型数据为基础，通过材料堆积的方式制造零件或实物的工艺。

### 3.8

**减材制造** subtractive manufacturing

以三维模型数据为基础，将材料选择性地从一块坯料中移除的技术，主要为切削加工。

## 4 技术使用所需设备

### 4.1 数据采集设备

- 4.1.1 锥形束 CT, 获取患者口腔颌面部软硬组织的重要信息, 包括种植区域的牙槽骨高度厚度、上颌窦底的位置、下颌神经管的位置等, 一般要求层厚达到 $\leq 0.25\text{mm}$ , 可满足种植手术精度要求。
- 4.1.2 口内扫描及模型扫描, 获取口腔内组织表面三维图像信息, 与 CBCT 的数据配准, 能更加全面直观地反映患者软硬组织的情况进而更好地模拟种植体植入过程。
- 4.1.3 3D 光学扫描设备, 获取面部软组织三维图像信息、建立三维影像模型。
- 4.1.4 数字化面弓、虚拟颌架及下颌运动轨迹描记, 通过这些设备获取患者上颌对颞下颌关节的固有的位置关系以及患者下颌运动的轨迹、方向、角度等数据。

## 4.2 数字化种植外科软件

数字化种植外科软件主要用于外科导板及导航手术前规划和术中辅助, 具备以下功能:

- 数据的三维重建、拟合及测量;
- 采集、分析和标记关键结构部位, 实现三维交互设计;
- 导航术中的实时追踪、分析和指示实现最直观的手术过程设计和模拟;
- 同时能够提供虚拟手术培训。

## 4.3 外科种植外科导航系统

数字化种植导航是辅助种植手术精准化的一种数字化技术。其通过CT的影像对于颌骨进行细致的分析和描绘, 在术前术中提供最优的手术路径以及一些器械的放置方式。

数字化种植导航技术在口腔种植领域的应用大大提高了对种植区骨量及形态估算的精确程度, 可有效预见术后的牙槽骨受力情况和牙列形态, 进而提高种植手术的成功率。

## 4.4 种植机器人导航定位系统

口腔种植机器人通过视觉导航与图像配准技术, 实现对机械臂的实时导航, 辅助医生完成种植手术, 保证手术精准性与一致性。

## 4.5 数字化修复软件

数字化修复软件主要用于快速、准确地完成修复体的设计与制作, 实现种植体的精准上部修复、面部外形重建、咬合重建等, 主要包括以下部分:

- a) 数字化印模技术记录种植体位置, 根据种植体型号及后续修复需求, 通过种植体的内连接结构选择并定位基台;
- b) 修复体设计软件及 CAD/CAM 技术运用数字化加工设备、数控机床、3D 打印机等高效制作临时修复体及最终修复体。需要满足以下条件: 1. 层厚 $\leq 0.2\text{mm}$ ; 2. 打印精度 $\leq 0.1\text{mm}$ ; 3. 打印误差(形变率、三维偏移) $\leq 5\%$ ;
- c) 咬合分析系统指导修复后的调颌维护;
- d) 颞下颌关节活动位置记录。

## 5 术前准备

术前准备包括患者基本信息及病史采集、口腔专科检查及常规影像学检查、术前研究模型及正确颌位记录获取、试排牙及放射导板制作。

## 6 数字化数据采集

### 6.1 放射导板制作及颌骨的 CBCT 影像采集

放射导板的制作可以完成颌骨信息与修复体信息的整合, 对于无牙颌患者, 可在患者首次就诊时取印模和颌位记录, 试排牙, 通过重新排列义齿内加入阻射剂(二次法)或在原义齿基托上安插多个放射线阻射点(一次法)来制作放射导板。患者佩戴放射导板后拍摄CBCT。

CBCT获得的影像数据要求层厚 $\leq 0.25\text{mm}$ , 数据以DICOM文件格式输出。通过数据分析可对拟植入区皮质骨的厚度和松质骨的质量, 牙槽嵴高度、宽度, 以及骨密度进行评价。术前设计时可同时兼顾牙槽骨骨量、修复体的位置、软组织轮廓和牙龈厚度等要素。

## 6.2 数字印模

将放射导板通过光学扫描转换为数字模型。具体方法分为口内扫描（口扫）和模型扫描（仓扫），以STL文件格式输出。将数字模型与CBCT数据配准，可以全面直观地反映患者软硬组织的情况进而更好地引导种植体植入。

## 6.3 面部扫描

通过3D光学扫描设备获取术前患者在正中关系位、息止颌位、微笑时的面部软组织三维图像信息，建立三维影像模型，以OBJ文件格式输出。结合分析软件，以预测最终修复治疗效果，便于患者了解术后面部整体外观的改善情况。

## 6.4 术前方案设计

### 6.4.1 设计原则

无牙颌种植修复设计需要遵循生物学、种植美学原则，贯彻“以修复为导向”的治疗理念。

### 6.4.2 方案设计

- a) 数据融合。利用设计软件，整合CBCT信息、口腔数字印模信息及面部三维图像信息，构建正确牙列，殆平面，颌位关系、上下颌骨以及面部信息的三维数字模型。
- b) 修复设计。获取患者的正中关系位，并参考患者的侧貌及息止颌位确定合适的垂直距离，在该位置下确定修复空间。根据患者软组织的矢状向侧貌、笑线位置、面部中线、下唇曲线、口角线等特征进行数字化微笑设计（Digital Smile Design, DSD），指导上下前牙的模拟排牙。
- c) 种植设计。根据患者软硬组织情况（牙槽骨与颌曲线的匹配情况、局部牙槽骨的平整情况、笑线高低），在必要时设计截骨导板，在种植体植入前精确去除局部多余不平整骨质。根据排牙结果，以修复为导向，参考骨量及重要解剖组织（如血管、神经及上颌窦），在软件上模拟选择最佳的种植体并确定其植入位置、数目、方向和深度，以及基台的穿龈、角度和方向，获得最佳种植修复方案。

## 7 手术实施

### 7.1 导板手术实施

#### 7.1.1 数字化半程导板种植手术

主要应用于：利用导板确定植体的大致位点与方向。

确认导板位置准确稳定后，局部麻醉，将种植导板用固位钉固定后应用配套种植导板工具按序备洞，依靠导板控制位点、深度和角度，移除导板后可继续扩大孔径至植入种植体。如有必要可行牙槽骨修整。植入适当颗数种植体，根据需要安放复合基台及保护帽（即刻一段式临时牙桥修复）或愈合基台或封闭螺丝（覆盖义齿修复），黏膜复位，严密缝合。术后即刻拍摄CBCT评估种植体植入位置。

#### 7.1.2 数字化全程导板种植手术

主要应用于：利用导板确定植体的准确位点与方向。与半程导板不同之处在于，全程导板引导的种植手术是在完成种植窝预备后，继续在导板引导下按照设计的相应型号的种植体精准地植入于种植窝内。在导板指示下先通过先锋钻或球钻确定种植位点。放入指示杆确认位置和方向，进一步使用先锋钻预备至所需深度，再用指示杆确认深度，随后扩孔钻逐级备洞。而在此过程中，易阻塞手术导板冷却水的进入，种植窝内的温度更难控制。一般温度不超过42℃，钻孔时需抽取钻头以保证升温过程不会过快，防止骨灼烧。

如有必要行牙槽骨修整。按预先方案植入种植体，根据需要安放复合基台及保护帽（即刻一段式临时牙桥修复）、愈合基台或封闭螺丝（覆盖义齿修复）。术后拍摄CBCT评估种植体植入位置。

#### 7.1.3 数字化截骨导板种植手术



截骨导板着眼于明确种植手术中需要截除的多余骨组织，而在术中完成精确截骨，不会出现截骨不全或者截骨过高等问题，以提高手术的效率与安全性。

数字化导板精确就位位于牙槽骨上，使用打孔器在颌骨上标记定位点，将定位导板取下留下截骨导板，根据手术定位点进行截骨，随后再与终末导板连接指导种植体植入。随后同样通过逐级备洞扩大孔径并植入种植体，根据需要安放复合基台及保护帽（即刻一段式临时牙桥修复）或愈合基台或封闭螺丝（覆盖义齿修复），黏膜复位，严密缝合。术后即刻拍摄CBCT评估种植体植入位置。

## 7.2 导航手术实施（可选技术）

### 7.2.1 导航手术的优势

利用导航机器确定植体的位点与方向，术中实时可视钻针和植体的三维位置。

### 7.2.2 配准

消毒铺巾局部麻醉后，术区连接放置配准装置，确保固位稳定。红外探测装置对准术区。开始配准，可由牙槽骨上的骨内标记标定，或是口内口外的无创性配准装置标记。将导航仪的光学追踪设备捕捉手机钻头以及患者颌骨位置，利用标准点将颌骨和三维重建影像匹配。牢固安装参考定位装置，避免术中松动。

### 7.2.3 实时导航引导下的无牙颌种植手术

在动态导航下，导航仪实时展示钻针与术区的位置关系，在误差图标的引导下，精准实施预定设计方案。术者可以根据实际情况调整手术入路以及术区的相关参数，动态调整植入的位点，最大限度地减少创伤以及术后并发症。依次备孔后放置种植体，根据需要安放复合基台及保护帽（即刻一段式临时牙桥修复）或愈合基台（分段式固定义齿修复或覆盖义齿修复），黏膜复位，严密缝合。术后即刻拍摄CBCT评估种植体植入位置。

### 7.2.4 实时导航引导下的颧种植体种植手术

安置术中导航定位装置，头顶部安置颅骨参考架后，种植手机安置定位适配器。全麻后沿牙槽嵴切开暴露部分颧骨位置，上颌窦前壁开窗后剥离上颌窦黏膜，预留颧种植体植入空间沿后牙牙槽嵴顶偏腭侧备洞。从开窗处进入颧骨，逐级备洞过程中注意冷却降温，全程由导航仪进行动态调整。

### 7.2.5 实时导航较导板植入技术的优点

- a) 术中实时动态可视；
- b) 利于深部解剖结构的位置确定；
- c) 除骨组织外还可标记软组织；
- d) 导航术中可灵活调整手术方案；
- e) 对张口度要求较小；
- f) 节省制作导板时间。

### 7.2.6 实时导航较导板植入技术的不足

- a) 设备成本较高；
- b) 术中反复验证可能增加手术时间；
- c) 精度相对低。

## 7.3 机器人辅助下的数字化无牙颌种植手术（可选技术）

主要应用于：利用机器人预先设计确定植体的位点与方向，术中机器人依据设定备孔与植入植体。

根据术前规划种植机器人机械臂自动确定种植体植入点和三维方向，逐级备洞，植入种植体和安放愈合基台。医生观察手术入路及相关参数可人为控制机械臂停止运动，如遇位置偏离机器人将自动报警并自动校准后达到预定深度停止。

## 7.4 注意事项及技术要点

- a) 全面采集患者数



- b) CBCT 数据尽量采用精度高的机器
- c) 导板保证导板加工精密度
- d) 临床使用前及术中确保导板及定位装置精确就位无翘动
- e) 确保病人张口度满足使用需求
- f) 导板正确消毒
- g) 术前熟悉钻头和机器使用顺序及方法
- h) 术中充分降温

## 8 上部结构修复

### 8.1 即刻临时修复

根据植体初期稳定性大小（120N），选择就位的固定义齿与非就位的活动义齿。固定义齿采用数字化排牙，设计支架并行 CAD/CAM 制作树脂蜡型、铸造充胶完成预制修复体，或行口内种植体转移杆固定后制取印模、咬合记录并转移颌关系，实行传统的椅旁临时修复。活动义齿常选用传统法制作，即取膜、咬合记录、转移颌位及义齿加工。

### 8.2 永久（终）修复制作

#### 8.2.1 制作永久（终）修复前准备

检查临时修复体适用状态，包括咬合情况、微笑设计、颌位关系、上下颌骨及面部信息等；完全复制或调整临时牙参数以符合最终修复体要求。

采用面部扫描、口内外扫描，将种植体基台位置、颌位关系以及临时修复体的口外轮廓在设计软件中进行数据信息融合，并与术前设计方案进行比对，在电子颌架虚拟模型上进行可视化设计。

对于复杂上下无牙颌病例，切削制作诊断用树脂临时义齿。诊断义齿试戴、调改合适后，以此为模板，CAD/CAM制作金属支架及人工牙，完成修复体制作。诊断义齿及最终修复体戴用时使用咬合分析系统检查咬合关系并调整咬合，同时可联合肌电图仪检测咀嚼肌功能恢复情况。

#### 8.2.2 无牙颌数字化印模

##### a) 口内数字化印模法（口扫）

使用口内扫描仪直接扫描无牙颌牙槽嵴及周围相关软组织形态，记录患者张口状态下无牙颌的黏膜信息，直接法存在问题：无法辨别无牙颌的肌静力区边界、黏膜功能状态下形变、准确度和精度性差等问题。改进措施：采用更加精密扫描设备和适合临床操作策略以增加准确度，譬如应用更小的扫描头或者针对不同区域采取个性化扫描方式来减小印模的误差增加精确性。

##### b) 口外数字化印模法（模扫）

应用传统取模方式刚性连接种植体取模杆获取种植体基台位置。通过口外扫描仪对无牙颌的印模或石膏模型进行扫描，常采用激光测量方法，精准度相对较高<sup>[18]</sup>，临床上较为常用。

#### 8.2.3 数字化咬合重建

咬合重建参数包括：下颌位置、垂直距离、殆平面、动态引导及静态咬合等。1) 下颌位置：电子面弓显示前伸及侧方运动轨迹数据（水平面）；从水平面、冠状面和左右侧矢状面观察下颌是否处于正中颌位。2) 测定面下1/3高度，结合人群垂直距离可信区间，确定个性化垂直距离范围。3) 殆平面：在虚拟颌架上进行 Spee和 Wilson 曲线设计确定殆平面。4) 动态引导和静态咬合：从电子面弓获取个性化咬合参数，结合虚拟颌架，数字化重现患者的个性化下颌功能运动轨迹，从而确定动态引导和静态咬合。

#### 8.2.4 面扫（可选技术）

采集面部软组织在微笑、大笑、嘴唇闭合和发音状态下的位置信息，结合上述口扫、电子面弓等数字化技术融合，直接制作上部修复体。但动态模拟面部信息存在失真、静态面部数据精度不足等问题。

#### 8.2.5 上部结构数字化加工

- a) CAD/CAM 技术: CAD/CAM 制备数字化修复体快速、稳定、精确,其具体流程包括:① CAD 软件结合前期数字化排牙,设计出上部一体式支架;②数据传输;③切削支架;④后期处理(清洗、抛光等)。目前,包括纯钛、钴铬合金、氧化锆等在内的材料均可通过该技术制作修复支架。
- b) 增(减)材制造:以数字化、自动化为手段的增(减)材制造,简化加工流程,保证产品的同质性。①选择材料及相应设备;②数字化软件设计支架数字模型;③模型数据传输并调整相关参数,打印或切削出所需支架;④后期处理(清洗、抛光等)。

## 9 误差及防范措施

### 9.1 基本信息的获取和处理产生的误差

#### 9.1.1 图像获取与数据处理

CBCT 扫描层的厚度、体素尺寸的大小、扫描时患者的稳定性、口内金属修复体造成的伪影等都会影响图像数据的准确性。

#### 9.1.2 印模的制取

口腔内的环境,如湿度、软组织的可动度等会影响数字化印模的精确度。

##### 9.1.2.1 颌位关系的获得

面部参考标志点的确定、上颌架时模型的位置、种植体植入的位置和角度等影响颌位关系确定的准确性。

### 9.2 种植体选择和种植区域设计产生的误差

#### 9.2.1 种植体的长度

长种植体易引起较大的尖端线性偏差。特别是当患者张口度有限或种植位点较靠后时,长钻针难以正确的角度进入引导环,从而形成偏差。

#### 9.2.2 种植区域的骨密度

骨密度较低时,种植器械发生位置、方向偏移的阻力较小,容易产生较大偏差。而当骨密度较高时,不仅难以更正初始预备的误差,甚至可能由于导板无法约束种植体的方向而导致导板的破裂。

#### 9.2.3 种植体植入的位置

上颌种植导板拥有更大的支持组织面积,有利于导板的定位及稳定。

### 9.3 导板设计和制作产生的误差

#### 9.3.1 导板的支持方式

无牙颌中,常用的导板可分为黏膜支持式和骨支持式。其中黏膜支持式导板种植体植入误差较小。

#### 9.3.2 导板的设计和制作

数据的整合与匹配、三维重建、虚拟位置定位等步骤中都有误差的产生。各种加工方法的准确性、打印设备及材料的差异、技术人员对质量的把控等都会影响最终种植导板的精确度。

### 9.4 临床操作产生的误差

#### 9.4.1 种植系统

对于不同的种植系统,其钻针的规格、引导系统存在差异,造成的误差程度也不尽相同。相比于半程引导系统,应用配套钻针和止停环的全程引导种植手术精确度更高。

#### 9.4.2 术者经验

术者对操作过程的熟练程度、手术导板的放置和种植体植入位点、方向和深度等会影响最终修复的

精确度。动态导航技术相较静态导板技术而言，技术敏感性更高，操作步骤更多，误差略大，但在临床可接受范围内。

## 10 数字化无牙颌种植修复效果评估

数字化技术是降低无牙颌种植手术难度、提高其修复效果的有效手段。术者对操作过程的熟练程度、手术导板的放置和种植体植入位点、方向和深度等都会影响最后修复的精确度，因此精准的术前设计和术中实施是减少手术并发症的重要手段。术后可结合患者满意度及主诉采用工作模型、咬合参数、口扫面扫、CBCT等数据融合，通过咬合分析系统、肌电仪及电子面弓等，评价数字化无牙颌上部修复、咬合重建、面部外形重建的精确性，咀嚼肌收缩力及双侧髁突运动平衡性等。数字化技术的应用并不是简单的以机器替代医生，以电脑替代思维，而是需要医者以更全面、系统的考虑，为患者提供提供更合理的设计和更精准的治疗，以达到集微创、美观、功能、安全于一体的目的。

## 11 复查维护

种植义齿的健康维护包括患者自身的口腔卫生维护和定期到医疗机构复查接受专业维护。专业维护包括洁治抛光，必要时根据牙周检查进行刮治术。复诊时建议①检查口腔卫生情况②改良菌斑指数③牙龈指数④探针出血指数⑤牙龈乳头指数⑥种植体松动度⑦探诊深度⑧牙龈退缩⑨上部结构松动⑩吸烟习惯。通过定期的影像学检查观测种植体周围骨组织的稳定性，使用专业器械清除附着在种植体基台及义齿表面的菌斑、软垢，预防种植体周围炎的发生。对于其他并发症做到早发现、早治疗，进而提高数字化无牙颌种植修复的远期临床疗效。

对患者进行口腔卫生宣教，增强患者牙菌斑控制意识，指导患者使用牙刷、间隙刷、桥体线、冲牙器等工具维持义齿的清洁，建议每日清洁不少于2次。



## 参 考 文 献

- [1] 赵铤民, 周永胜, 陈吉华. 口腔修复学.第8版 [M]. 人民卫生出版社, 2020:190.
- [2] 张祖燕, 王虎. 口腔颌面医学影像诊断学.第7版 [M]. 人民卫生出版社, 2019:33-34.
- [3] Dentistry - Digital impression devices - Part 1: Methods for assessing accuracy. UNE-EN ISO 20896-1: 2019.
- [4] 张震康, 俞光岩. 口腔颌面外科学.第2版[M]. 北京大学医学出版社, 2013.
- [5] 中华人民共和国国家标准. 增材制造术语. GB/T 35351-2017.
- [6] 满毅. 面部三维扫描在口腔种植修复中的应用[J]. 中华口腔医学杂志, 2021, 56(12):1179-1184.
- [7] 孙方方, 张丽仙, 吴国锋. 下颌运动轨迹记录的数字化技术[J]. 实用口腔医学杂志, 2020, 36(6):980984.
- [8] R. van Noort. The future of dental devices is digital. Dental Materials. 2012;28:3-12.
- [9] Kan TS, Cheng KJ, Liu YF, Wang R, Zhu WD, Zhu FD, Jiang XF, Dong XT. Evaluation of a custom
- [10] designed human-robot collaboration control system for dental implant robot. Int J Med Robot. 2022 Feb;
- [11] 18(1):e2346.
- [12] Panchal N, Mahmood L, Retana A, Emery R 3rd. Dynamic navigation for dental implant surgery. Oral Maxillofac Surg Clin North Am. 2019 Nov;31(4):539-547.
- [13] 赵娅琴, 刘艾芄, 岑峰,等. 动态实时导航与数字化导板导航牙种植精确度的比较[J]. 口腔疾病防治, 2021, 29(3):6.
- [14] Morton D, Gallucci G, Lin WS, Pjetursson B, Polido W, Roehling S, Sailer I, Aghaloo T, Albera H, Bohner L, Braut V, Buser D, Chen S, Dawson A, Eckert S, Gahlert M, Hamilton A, Jaffin R, Jarry C, Karayazgan B, Laine J, Martin W, Rahman L, Schlegel A, Shiota M, Stilwell C, Vorster C, Zembic A, Zhou W. Group 2 ITI Consensus Report: Prosthodontics and implant dentistry. Clin Oral Implants Res. 2018 Oct;29 Suppl 16:215-223.
- [15] Gargallo-Albiol J, Barootchi S, Salomó-Coll O, Wang HL. Advantages and disadvantages of implant navigation surgery. A systematic review. Ann Anat. 2019 Sep;225:1-10.
- [16] Hack G, Liberman L, Vach K, Tchorz JP, Kohal RJ, Patzelt SBM. Computerized optical impression making of edentulous jaws - An in vivo feasibility study. J Prosthodont Res. 2020 Oct;64(4):444-453.
- [17] Joda T, Derksen W, Wittneben JG, Kuehl S. Static computer-aided implant surgery (s-CAIS) analysing patient-reported outcome measures (PROMs), economics and surgical complications: A systematic review. Clin Oral Implants Res. 2018 Oct;29 Suppl 16:359-373.
- [18] Aydemir, C.A. and V. Arisan, Accuracy of dental implant placement via dynamic navigation or the freehand method: A split-mouth randomized controlled clinical trial. Clinical Oral Implants Research, 2020, 31(3): p. 255-263.

