



口腔种植中的 数字化技术

DIGITAL TECHNOLOGY
OF DENTAL IMPLANTOLOGY

主编/彭伟 游嘉



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

口腔种植 中的数字化技术

DIGITAL TECHNOLOGY OF
DENTAL IMPLANTOLOGY

主 编 彭 伟 游 嘉

编 者 (以姓氏汉语拼音为序)

彭 伟 浙江工业大学

游 嘉 浙江工业大学

袁振飞 衢州市人民医院

张建兴 浙江省人民医院

郑园娜 浙江中医药大学

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

口腔种植中的数字化技术 / 彭伟, 游嘉主编. —北京: 人民卫生出版社, 2015

ISBN 978-7-117-20293-0

I. ①口… II. ①彭…②游… III. ①种植牙—口腔外科学 IV. ①R782.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 030464 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数据库服务, 医学教育资源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

口腔种植中的数字化技术

主 编: 彭 伟 游 嘉

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 710×1000 1/16 印张: 5

字 数: 95 千字

版 次: 2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-20293-0/R·20294

定 价: 39.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

前言



口腔种植学推动了口腔医学的全面进步与发展。但是,由于缺乏数字化技术手段,传统的种植方法无法在术前进行科学的种植手术规划,术中则主要依靠医生的经验,难以精确实现理想的种植位置和角度,在一定程度上存在手术安全隐患和种植失败的风险。进入 21 世纪,随着口腔 CT 的应用,数字化种植技术迅速发展。以术前的三维种植设计和术中的手术导板为手段的数字化种植技术正引领着口腔种植医学进入更精确、更安全的数字化时代。为此,我们编写了此书,以期通过简明直观、图文结合的方式,帮助广大临床种植医生了解和掌握数字化种植技术,减低种植风险,提高种植成功率。

本书未涉及口腔种植基础知识,为已选修过口腔种植学相关课程的学员和已有临床种植经验的口腔医生继续教育用书。

口腔种植中的数字化技术涉及数字影像、数字化设计与制造、口腔临床医学等多学科交叉领域,尚处在快速发展和不断完善时期。限于我们的学术水平和专业背景,书中疏漏和错误在所难免。敬请各领域专家和广大读者批评指正。

本书编写过程中得到了各方的鼓励和帮助:谷志远为本书提供了口腔医学专业指导,泮海松、高亦林和于长洋参与了插图绘制和部分章节的编写工作,在此一并表示感谢。

编者

2015 年 1 月



第一章 概述	1
一、数字化口腔种植技术的发展	1
二、数字化种植的基本流程	2
三、数字化口腔种植技术的优势	3
第二章 数据准备	5
一、石膏模型	5
二、放射义齿	6
(一) 使用放射义齿的优点	6
(二) 放射义齿的制作	6
三、数字印模	13
(一) 数字印模的优势	13
(二) 数字印模的应用	14
(三) 数字印模系统及使用注意事项	14
四、CT 拍摄	15
(一) CT 及相关参数要求	15
(二) CT 拍摄注意事项	15
第三章 计算机辅助种植手术规划	18
一、种植方案的空间规划基本原则	18
二、种植规划软件应用案例	20
(一) 下颌单颗牙种植方案规划	21
(二) 上颌无牙颌的种植方案规划	27
第四章 数字化口腔种植手术导板与导航工具	30
一、导板的分类	30

二、导板的设计与制造	31
三、导航工具	33
(一) 通用导航工具介绍	33
(二) 专用导航工具	36
(三) 导航备孔的解决方案	36
四、基于种植导板的上颌窦内提升工具系统	37
(一) 导板提升系统的组成	38
(二) 工作原理	39
第五章 即刻修复用临时修复体的制作	41
一、利用放射义齿改制临时修复体	41
二、利用导板制作临时修复体	42
三、CAD/CAM 制作临时修复体	44
第六章 数字化种植手术操作	49
一、单颗牙缺失的数字化种植手术操作流程	49
二、下颌无牙颌的数字化种植手术操作流程	53
第七章 数字化牙种植案例	57
一、单颗牙缺失的种植	57
二、前牙美学区单颗牙齿的即刻种植	60
三、下颌无牙颌的即刻修复	62
参考文献	67
致谢	69



一、数字化口腔种植技术的发展

自从 1987 年 CT 技术被应用于口腔临床医疗以来,医生对种植患者的诊断开始从二维世界进入三维世界。根据 CT 获得的三维影像信息,医生可以在术前精确掌握种植区域的骨组织状况并据此规划合理的种植方案。但是,由于某些关键技术没有突破,CT 影像技术没有能够在牙种植领域发挥应有的作用。首先,由于缺乏专业的计算机辅助设计软件,早期的 CT 影像信息无法获得精确的三维重建模型,也无法将种植后期的修复信息融入到种植方案中,医生获得的只能是以外科驱动的种植方案,而不能获得以修复为驱动的种植方案。其次,早期缺乏有效的手段将正确的诊断和合理的种植方案准确地转移到患者身上,种植手术过程依然只能依靠医生个人的经验来实现。但是,这些暂时的缺憾并不影响 CT 影像技术成为 20 世纪 80 年代口腔临床诊断领域最显著的成果。20 世纪 90 年代以后,伴随着相关技术的发展,数字化口腔种植技术得以不断进步和完善。促进数字化口腔种植技术进步的主要相关技术成果有:

1. CT 精度的提高。
2. 生产医用模型的 3D 打印设备和专用材料的成功开发。
3. 基于 CT 影像数据、扫描数据的计算机辅助种植设计软件系统的开发与完善。

2000 年以后,数字化种植技术已经日臻成熟,特别是锥形束 CT(CBCT)的普及,在欧美发达国家数字化种植技术得到了日益广泛的应用。当前所述的数字化种植技术是指以患者 CT 影像信息和相关修复信息为基础,借助专用种植设计软件,进行术前诊断和种植方案规划;通过牙种植手术导向模板(简称导板),将术前制订的种植方案准确应用于种植手术和修复的全过程,实现以修复为驱动的牙种植修复。

导板是牙种植手术导向模板的简称,它是将术前确定的种植方案精确转移

至患者身上的个性化手术辅助器械，在种植备孔过程中帮助医生精确控制种植位置、角度和深度，在临时修复体的设计制作中帮助确定种植体的位点和方向。图 1-1 为基于导板的种植备孔示意图。

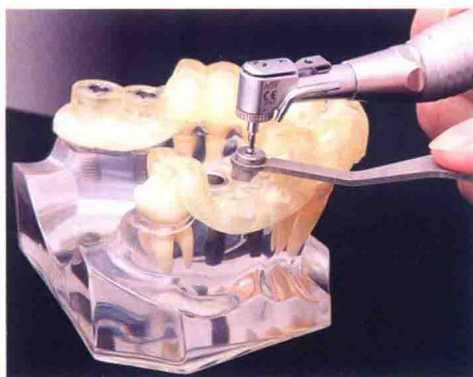


图 1-1 基于导板的备孔示意图

二、数字化种植的基本流程

数字化种植的基本流程体现了将手术信息与修复信息相互融合的内涵，帮助临床医生实现种植修复效果与术前预期的高度一致。数字化种植的基本流程如图 1-2 所示，在传统种植流程的基础上融入了数字化的主线：

1. 临床检查 除了基本的口内检查外，还要向患者详细介绍数字化种植的意义、流程和费用等。根据检查结果进一步采集口内模型、制作放射义齿等。

2. 数据采集 采用数字化种植，患者 CT 拍摄成为必选。部分病例需戴上放射义齿拍摄 CT 等。

3. 方案规划 利用专用的种植设计软件，通过 CT 数据的三维重建，完成种植方案的规划设计。

4. 医患沟通 向患者详细介绍种植和修复方案，获得患者的认可。

5. 种植导板和临时修复体的制作 根据种植方案完成种植导板的数据模型，通过 3D 打印等技术完成种植导板的制作。如果种植方案为即刻修复，则根据种植导板完成临时修复体的制作。

6. 种植手术 在导板的辅助下完成备孔。根据种植方案，可实现微创种植、即刻修复。



图 1-2 数字化口腔种植的基本流程

三、数字化口腔种植技术的优势

与传统种植技术相比,数字化种植技术的主要优势在于:

1. 手术安全性显著提高 在导板的帮助下,种植位置、角度和深度都得到精确控制,手术过程中出现意外的概率显著降低。

2. 实现微创手术、减轻患者痛苦 根据术前的合理规划和术中的导板精确定位,最大限度减小手术创伤、实现微创手术,降低术后肿胀、疼痛、感染等并发症的发生风险。

3. 方便“即刻种植” 根据术前的方案规划和术中的导板精确定位,拔牙和种植可在一次手术中完成。

4. “即刻修复”成为可能 根据术前确定的种植方案制备临时修复义齿,手术过程中种植和修复一次完成。

5. 美学效果显著改善 得益于术前的计算机辅助设计,医生可以预测种植修复后的美学效果,在种植方案规划中综合考虑咀嚼功能和美学功能的协调。

6. 医患沟通的桥梁 医生可以在三维空间里展示种植手术方案,帮助患者

答疑解惑。通过深入细致的交流,增强医患相互理解,减少医患纠纷的发生。

有理由相信,随着口腔 CT 的广泛应用和数字化口腔种植技术的普及,口腔种植修复将全面进入数字化时代。

数据是数字化种植的基础,数据的准确性直接关系到导板的精度并最终影响到种植备孔的精确度。数字化种植需要做的数据准备工作涉及石膏模型、放射义齿、口内扫描和口腔 CT 数据等。

一、石膏模型

石膏模型是制作放射义齿、种植导板和临时修复体的基准(图 2-1),石膏模型的精度直接影响到种植修复的精度。高质量的石膏模型需要注意以下问题:

1. 使用硅橡胶取印模,以确保印模的精度。
2. 翻制两副石膏模型,一副为工作模型,一副用于导板制作。要求完整真实地反映患者口腔内的牙列及周围软组织情况,表面无石膏瘤、气泡等赘余物。
3. 石膏底座平整、厚度大于 15mm(指从牙颈部至模型底部的石膏厚度)。

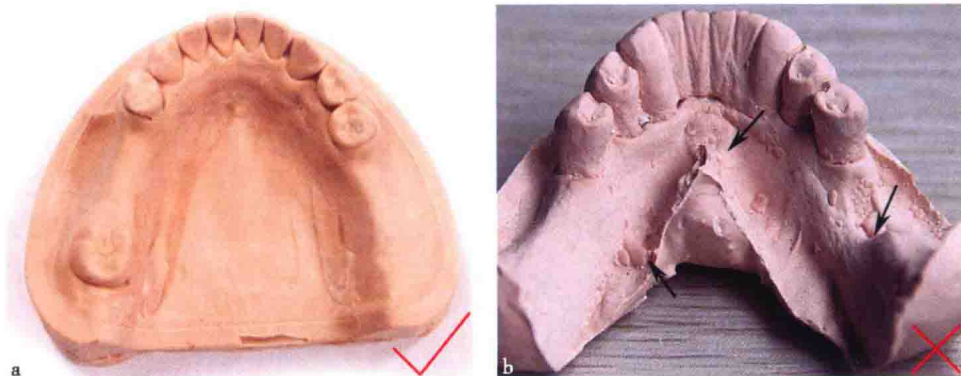


图 2-1 合格和不合格的石膏模型
a. 合格的模型 b. 不合格的模型

二、放射义齿

传统的牙种植手术很难实现以修复为驱动的种植,种植手术过程中无法融合修复的信息。因此,最后的修复效果往往与预期存在一定的差异,有时甚至无法完成修复。放射义齿又称扫描义齿、放射导板,它包含了种植修复的信息。患者戴上放射义齿拍摄 CT,就可以将修复信息融合到 CT 数据中,在设计种植方案时充分考虑修复要求来确定种植体位置和角度,以获得最佳的咀嚼功能和美学效果。临床实践中,连续缺失 2 颗及以上的牙齿都建议制作放射义齿。另外,对于临床上采用黏膜支持式导板的种植手术,由于 CT 数据无法提供患者准确的黏膜表面信息,不能获得种植导板的定位基准,而放射义齿的内支撑面可以获得这些信息。因此,如果采用黏膜支持式的种植导板,制作放射义齿是必须的。

(一) 使用放射义齿的优点

1. 在拍摄 CT 时帮助患者维持稳定、准确的咬合关系。
2. 在种植方案设计时可以显示修复义齿的信息,在三维空间上获得牙齿、牙槽骨和软组织之间的相互关系,帮助医生准确判断种植体的位点及方向,并避开邻牙、神经等相关的解剖结构。
3. 对于无牙颌患者,有助于获得软组织表面轮廓,便于黏膜支持式导板的设计和制作。
4. 由于放射义齿具有临床修复和美学功能,也可用作即刻修复的临时义齿。
5. 放射义齿可以帮助医生对面部支撑的美学效果作术前评估。
6. 放射义齿能使患者提前适应与最终修复效果相似的体验。

(二) 放射义齿的制作

1. 利用活动义齿翻制放射义齿 首先确定患者现有活动义齿是否符合生理学的要求,如美学、语言、唇支撑、垂直距离、与黏膜是否贴合及合适的咬合关系等。如果满足要求,可以据此制作放射义齿。如果不符合要求,则需要通过内衬等方法修改活动义齿或是重新制作一个符合要求的活动义齿,然后再据此开始放射义齿的制作。

第一步:制作硅橡胶印模

复制义齿最常用的方法是用硅橡胶印模翻制。首先利用现有的义齿制取硅橡胶印模。活动义齿如图 2-2 所示,制作上下硅橡胶印模时需要用到煮牙盒。将硅橡胶铺在下模内,并把活动义齿的牙面部分按压进硅橡胶内,直到活动义齿

的边缘与硅橡胶齐平,等待硅橡胶固化后在分型面上涂刷分离剂,再制作上模。等上模固化后,打开上下模,即完成了活动义齿硅橡胶印模的制取(图 2-3)。



图 2-2 塑料活动义齿



图 2-3 硅橡胶印模

第二步: 翻制放射义齿

在制作放射义齿中需添加硫酸钡用以 CT 显影。硫酸钡与造牙粉的质量配比为 1:9。为了避免 CT 影像产生伪影,混合物必须充分搅拌,确保硫酸钡在混合物中均匀分布。然后再加入牙托水,为尽可能减少气泡的产生,牙托水的添加量应使混合物能够达到足够低的黏度。

如果放射义齿将被用作种植体支持的临时修复义齿,在种植术后进行即刻修复,此时要分别选用符合牙龈和牙齿生物颜色的造牙粉。如果不用作临时修复义齿,基托和牙齿部分就可以一并制作。

将按照前述配比并不断地搅拌直至混合物变成稀糊状后倒入硅橡胶印模内(图 2-4)。合模(图 2-5)待其固化后取出,修磨多余的部分,使牙齿颈缘和基托外缘光滑连续(图 2-6)。

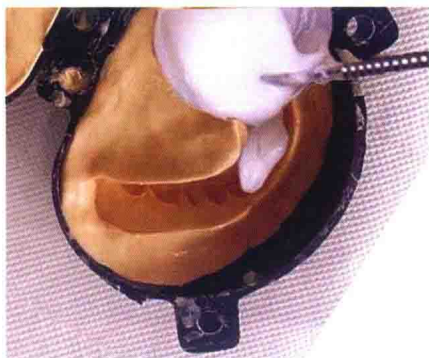


图 2-4 注入硫酸钡和造牙粉混合物



图 2-5 合模



图 2-6 边缘修磨

第三步: 打标记孔

为了便于手术规划时清晰判断牙齿的空间位置,推荐在每颗牙的中心沿牙齿长轴方向打孔,使每一颗牙的中心长轴在 CT 中可视(图 2-7)。具体操作方法是,在后牙咬合面的中心及前牙的舌窝处沿牙齿的长轴方向打直径约 2mm 的孔,打孔时注意不要穿透基托。如果打孔失误,可用适量的硫酸钡-丙烯酸混合物填充后重新打孔。



图 2-7 制作完成的放射义齿

制作完成的放射义齿经患者试戴无不适感后,便可拍摄 CT,获得义齿、牙龈和骨组织的完整信息和相互关系(图 2-8),牙齿长轴方向在二维 CT 断面图和放射义齿的三维模型上清晰可见(图 2-9),非常方便医生正确地判断种植体的植入方向。

2. 直接在活动义齿上制作放射义齿 如果患者使用的活动义齿能满足美学、语言、支撑唇、完全贴合软组织、合适的咬合关系,且义齿中没有金属物体等条件,可以直接用现有活动义齿制作放射义齿,即在原活动义齿的基托上制作显影配准点,通过两次 CT 拍摄获得义齿、牙龈和骨组织三者的相关信息。

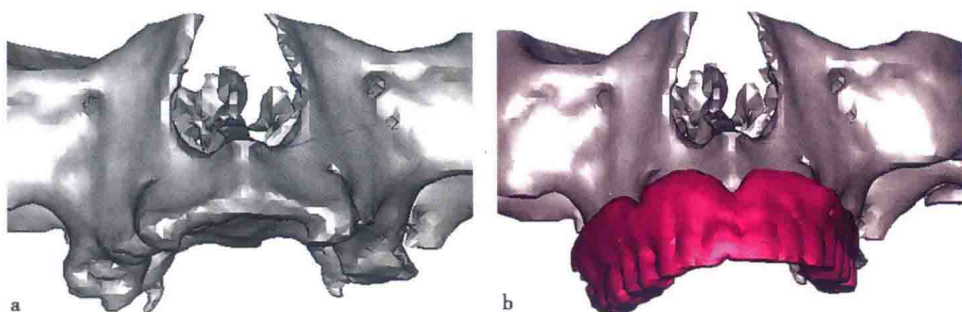


图 2-8 三维重建后的颌骨及放射义齿模型

a. 颌骨的三维模型 b. 颌骨和放射义齿三维重建模型的相互关系

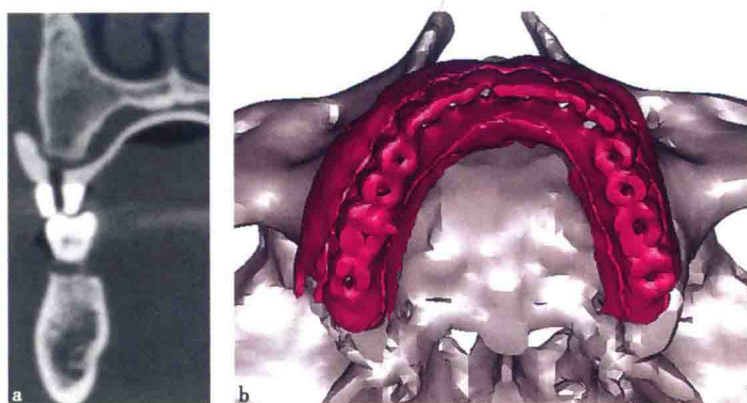


图 2-9 三维空间和二维平面里的放射义齿

a. 放射义齿的二维 CT 断面图 b. 放射义齿三维重建后显示钻孔的位置

制作方法为：用直径约 3mm 的球钻在义齿的颊、舌侧各打 6~8 个孔。位置可以分别选在左右侧 1、2 之间、3、4 之间、5、6 之间，做到内外对称分布，然后用牙胶填充(图 2-10)。

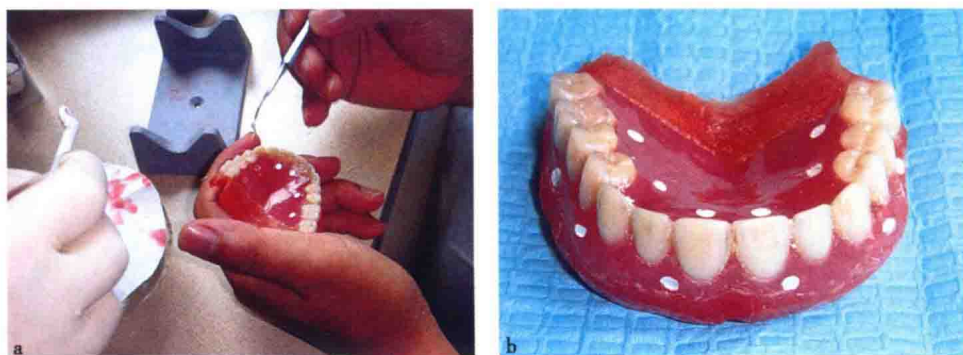


图 2-10 使用现有义齿制作放射义齿

a. 填充牙胶 b. 制作完成的放射义齿

由于塑料的活动义齿在 CT 拍摄的过程中吸收的射线量较少,所以在 CT 影像中难以将其与黏膜组织区分出来,因此,这种放射义齿制作完成后需要拍摄两次 CT 来获得完整信息,即患者佩戴该放射义齿获得的 CT 影像(图 2-11a)和放射义齿单独拍摄所获得的 CT 影像(图 2-11b),然后利用显影配准点将两次拍摄的信息配准后获得义齿、牙龈和骨组织的完整信息和相互关系(图 2-11c)。

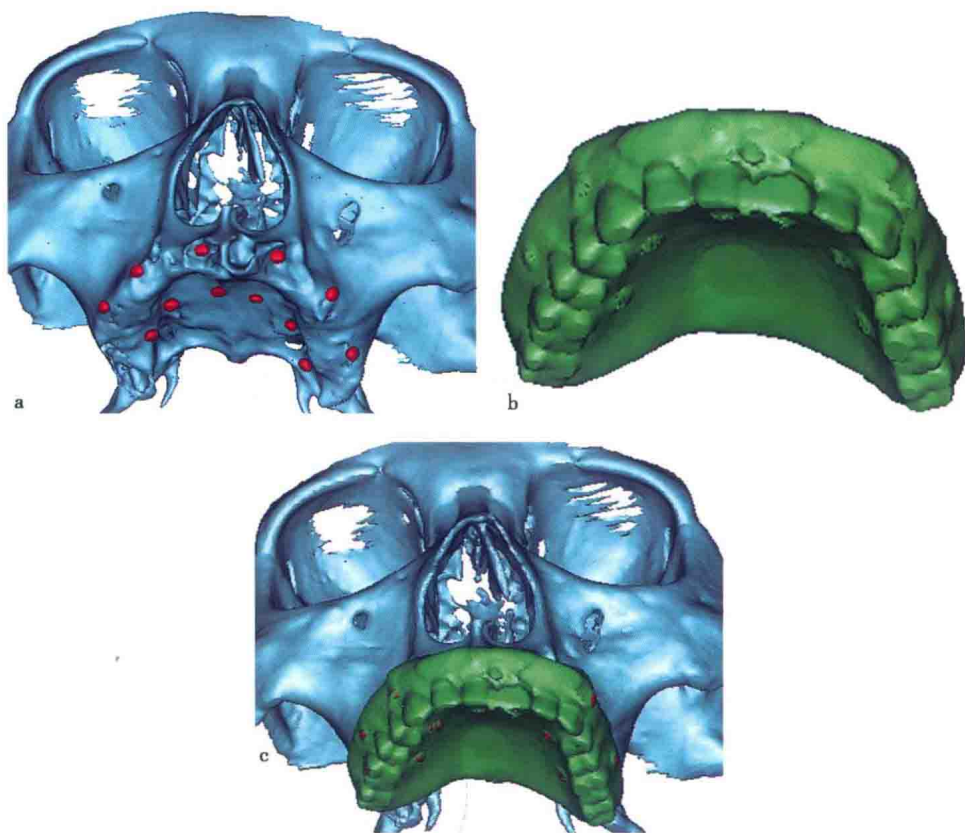


图 2-11 放射义齿和颌骨的配准

- a. 患者佩戴放射义齿拍摄 CT 后的三维重建模型,红色的点为牙龈模型
b. 放射义齿单独拍摄 CT 图像 c. 配准后义齿与骨骼的关系

3. 部分牙列缺失的放射义齿制作 为了实现以修复为驱动的种植,就需要在术前制订种植方案时就能够获得准确的修复信息。因此,针对部分牙列缺失的患者也需要在术前制作好放射义齿,然后让患者佩戴放射义齿拍摄 CT,以此获得修复体的形状和位置信息,供医生制订种植方案时参考。部分牙列缺失的放射义齿的制作过程如下:

第一步:雕牙

在石膏模型上完成蜡牙的雕刻(图 2-12)。

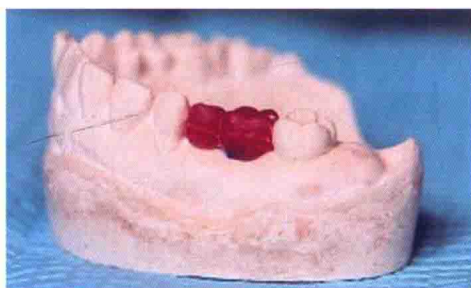


图 2-12 蜡牙雕刻

第二步：取模

用硅橡胶取局部印模，取出蜡牙及其周围牙齿的印模（图 2-13）。

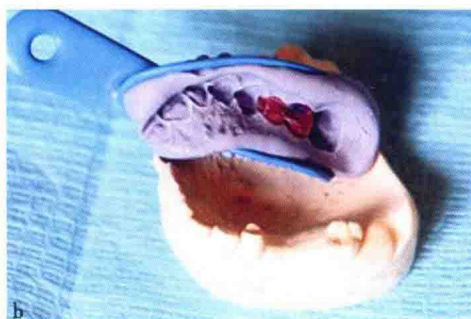
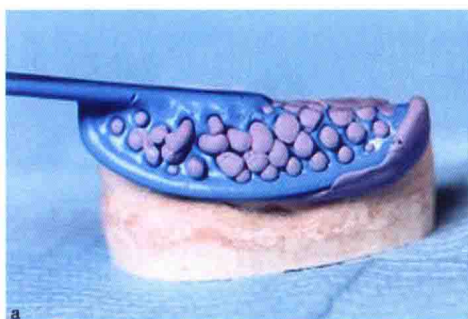


图 2-13 取蜡牙模型

a. 制取硅橡胶印模 b. 制取好的印模

第三步：翻制放射义齿

将调拌好的 10% 硫酸钡与 90% 的造牙粉和牙托水混合，调拌成糊状，加入硅橡胶印模中（图 2-14），并将其固定在石膏模型上，用手按住加力固定（图 2-15），注意硫酸钡和造牙粉的比例都是按照质量来计算的。



图 2-14 注入硫酸钡和造牙粉混合物

图 2-15 用手按住硅橡胶印模