



数字化口腔临床技术图解丛书
总主编 / 樊明文 葛林虎 杨雪超

数字化 口腔修复工艺图解

主 编 / 郭吕华

副主编 / 黄盛兴

黄江勇

李源静

数字化口腔临床技术图解丛书

总主编 / 樊明文 葛林虎 杨雪超

数字化 口腔修复工艺图解

主 编 郭吕华 (广州医科大学口腔医学院)

副 主 编 黄盛兴 (深圳市人民医院、暨南大学第二临床医学院)
黄江勇 (广州医科大学口腔医学院)
李源静 (广州医科大学口腔医学院)

编 者 (按姓氏笔画排名)

马 霄 (广州医科大学口腔医学院)
王 浩 (广州曙光医学美容医院牙科中心)
王 群 (广州华昌义齿有限公司)
邓 天 (广州医科大学口腔医学院)
石 磊 (暨南大学第二临床医学院)
伍彩娟 (广州医科大学口腔医学院)
任 文 (广州医科大学口腔医学院)
刘慧凤 (暨南大学第二临床医学院)
孙千月 (广州医科大学口腔医学院)
李倩倩 (广州医科大学口腔医学院)

李源静 (广州医科大学口腔医学院)
吴 哲 (广州医科大学口腔医学院)
张海兵 (广州医科大学口腔医学院)
陈超杰 (东莞定远陶瓷制品有限公司)
武敬文 (广州医科大学口腔医学院)
郭吕华 (广州医科大学口腔医学院)
黄江勇 (广州医科大学口腔医学院)
黄盛兴 (深圳市人民医院、暨南大学第二临床医学院)
梁 倩 (广州医科大学口腔医学院)
谢 晖 (广州医科大学口腔医学院)

编写秘书 邓 天 (广州医科大学口腔医学院)

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数字化口腔修复工艺图解/郭吕华主编. —北京:
人民卫生出版社, 2018

ISBN 978-7-117-25389-5

I. ①数… II. ①郭… III. ①数字技术-应用-口腔
正畸学-图解 IV. ①R783.5-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 046889 号

人卫智网 www.ipmph.com 医学教育、学术、考试、健康,
购书智慧智能综合服务平台
人卫官网 www.pmph.com 人卫官方资讯发布平台

版权所有,侵权必究!

数字化口腔修复工艺图解

主 编: 郭吕华

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: 中国农业出版社印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 7

字 数: 165 千字

版 次: 2018 年 4 月第 1 版 2018 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-25389-5/R·25390

定 价: 75.00 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)

数字化口腔临床技术图解丛书

总 主 编 樊明文 (武汉大学口腔医学院)
葛林虎 (广州医科大学口腔医学院)
杨雪超 (广州医科大学口腔医学院)

各分册主编 (以姓氏笔画为序)

王丽萍 (广州医科大学口腔医学院)
王朝俭 (广州医科大学口腔医学院)
刘 畅 (广州医科大学口腔医学院)
朴正国 (广州医科大学口腔医学院)
江千舟 (广州医科大学口腔医学院)
吴 哲 (广州医科大学口腔医学院)
杨雪超 (广州医科大学口腔医学院)
张 斌 (广州医科大学口腔医学院)
赵世勇 (广州医科大学口腔医学院)
郭吕华 (广州医科大学口腔医学院)



樊明文

武汉大学口腔医学院名誉院长、教授、博导。2013 年被台湾中山大学授予名誉博士学位。享受国家级政府特殊津贴；国家级有突出贡献专家；国家级教学名师，“中国医师奖”获得者。兼任中华口腔医学会名誉会长、全国高等学校口腔医学专业教材评审委员会顾问、《口腔医学研究杂志》主编等职务。

多年来主要从事龋病、牙髓病的基础和临床研究。共发表论文 200 余篇，其中 SCI 收录第一作者或通讯作者论文 70 篇。2009 年获国家科技进步二等奖；承担国家、省、市级科学基金 15 项，主编专著近 20 部。培养博士 63 名，硕士 90 名，其中指导的两篇博士研究生论文获 2005 年度全国优秀博士学位论文及 2007 年度湖北省优秀博士论文。



葛林虎

现任广州医科大学附属口腔医院院长。教授、主任医师，博士，硕士研究生导师。兼任广州市 3D 打印技术产业联盟副理事长、广东省保健协会口腔保健专业委员会第一届名誉主任委员、广东省口腔医师协会第一届理事会副会长、中华医院管理协会理事会理事，广东省口腔医学会第三届理事会理事、广东省医院协会口腔医疗管理分会副主任委员。担任《口腔医学研究》副主编，《中国现代医学杂志》《中国内镜杂志》《中国医学工程杂志》副主编；曾获得恩德思医学科学“心胸血管外科专业杰出成就奖”和“内镜微创名医奖”。



杨雪超

广州医科大学口腔医学院教授、主任医师,博士、硕士研究生导师。现任广州医科大学附属口腔医院数字化中心主任,兼任中华口腔医学会口腔生物医学专业委员会委员、中国医药生物技术协会3D打印技术分会委员。

主要研究方向为牙体牙髓病学、口腔组织工程,在国内较早地开展了数字化技术在口腔临床中的应用与探索。近年来在国内外杂志发表学术论文40余篇,其中SCI收录20篇,主编专著2部,主持国家、省、市级科研项目10项,指导培养硕士5名,2015年遴选为“广州市医学重点人才”。

广州医科大学口腔医学院是一所年轻的口腔医学院校。老师们年轻,充满活力,但缺乏临床经验娴熟的导师。两年前的秋天,为了促进广州医科大学口腔医学院形成良好的学术氛围,除聘请外援之外,主要依靠自身的力量提升年轻医师的临床技能。医学院一直在思考用什么方法促使年轻的医师们迅速成长。经过反复考量,认为多读书、读好书,同时通过临床实践积累临床病例来培养青年医师成长,是一条正确的途径。一边学习新知识,一边在临床应用,积累临床资料,可以给后来者留下一份宝贵的知识财富。最后我们怀着忐忑的心情,组织这些年轻的精英们将积累的知识编撰为一套临床实用的丛书,目的是在提升自身临床技能的同时又可指导广大医务人员的临床诊疗工作,尽一份社会责任。经过一年的奋战,终于完稿。记得在去年3月广州口腔器材展览会上,在亚热带炙热的阳光下,我们签名售书的情况。800多本散发着书香的新作在2小时内销售一空。惊喜之余,我们还继续等待着读者的后续反映和社会评价。好在由出版社反馈来的信息表明,这套书出版后很受读者欢迎,丛书中已有几本多次重印,这时,我们提起的心才放了下来。

初战告捷,极大地鼓舞了大家士气和斗志。怎样才能使大家迈向一个更高的目标?既然上了学术界的这条船,逆水行舟,不进则退,所以在取得初步成就的基础上,经过反复论证,大家希望再接再厉,仍然采取前述模式,边学习,边实践,边积累,继续编写一套追随时代步伐的丛书。既开阔作者们的视野,又达到教学相长的目的。从哪一方面切入,是我们进一步思考的问题。

近年来数字化技术已经开始迅速应用和普及。数字化技术是与电子计算机相伴相生的科学技术,它能将各种信息和图、文、声像等,转化为可被计算机识别的数字,然后又能将其还原、存储和传播。当今的时代是信息化时代,联系这个信息和科技的是数字化技术的应用和发展。运用计算机技术向我们人类生活中的信息转化,向人类生活各领域全面推进的过程值得我们关注。目前传播技术的手段已经由数字制式全面替代了模拟制式。数字技术已深入到我们生活的各个领域,包括医学领域。近来数字化技术也迅速延伸到口腔领域,在口腔各学科的临床应用中已取得良好效果,如CAD/CAM技术、种植导板、托槽技术、CBCT等。有必要将这些新技术和成果向口腔界同行介绍和推广。

年轻人对新生事物天生敏感。广州医科大学口腔医学院的年轻精英们,根据他们的临床实践和学习体会,夜以继日地学习和工作,收集和积累资料,编撰了一套数字化口腔临床技术图解丛书。去年他们提出这一想法时得到院方的大力支持,并很快组织实施,在一年时间内能得以完成。这套丛书涉及牙体、修复、种植、正畸、颌面外科、影像技术等多方面的数字化技术和临床病

丛书总序

例介绍。由于技术新,编撰时间短,谬误之处,实难避免,但是我们相信,这套丛书的出版为推介数字化技术的临床应用和普及,拓展口腔临床人员思路,推动学术创新将有所裨益。该书面世后,希望得到读者的多方面反馈,以便再版时不断改进。

樊明文 葛林虎 杨雪超

2017年7月于广州医科大学口腔医院

前 言

传统的口腔修复治疗模式是由临床医师为患者制定修复治疗方案,预备口腔软硬组织,通过制取印模的方法获取患者口腔或颜面部的解剖形态,技师根据模型信息再按常规制作步骤完成具有特定形态和功能的修复体,最终完成修复治疗。这种口腔修复临床治疗模式步骤多、误差大,最终的效果与口腔医师和技师的理论水平、临床经验和操作能力密切相关。

近年来,数字化技术如计算机辅助设计与制作(computer aided design/manufacture, CAD/CAM)、数字化口腔内扫描仪、3D 打印的技术等相继应用于口腔临床,为口腔修复的印模方式和口腔修复体的制作提供了一种新的临床和技工操作方式,它既大大提高了修复的效率、修复体的质量,也减轻了技师的劳动强度且可重复性强,是未来口腔医学与修复工艺学的重要发展方向之一。

由于数字化修复体制作系统在国内口腔修复临床上的应用越来越普遍,成为年轻口腔医师必须熟悉和掌握的一项临床修复技能,为了使该技术能更好地服务于口腔临床,广州医科大学口腔医学院和附属口腔医院修复科全体医师在总结前期数字化修复治疗工作的基础上编写了这本书。本书共有八章,前面两章是阐述口腔修复工艺的发展历史、概况以及未来的发展方向,后面六章是关于数字化嵌体修复、数字化贴面、数字化全冠与桥体、数字化种植个性化基台、数字化手术导板与即刻种植、即刻修复体、3D 打印活动义齿支架与基托等病例的设计与制作图解。每个病例包括术前分析、治疗计划、口腔扫描、电脑设计、电脑控制下的加工制作流程、术后效果分析等图片。为增加此书的可读性与趣味性,本书以图片为主,希望广大读者能从图解中了解到数字化口腔修复工艺的全过程。

本书主要适用于从事口腔修复、种植修复、美容修复的临床医师与义齿加工技师,特别是对口腔医学临床规范化培训的学生、研究生、进修生十分有益。希望本书对口腔医师在临床上应用数字化修复治疗有一定的帮助与启迪。

由于编者水平有限,本书难免出现遗漏或有失偏颇之处,敬请广大读者给予指正,提出宝贵意见。

郭吕华

2017年12月于广州

第一章 绪论	1
第一节 传统口腔修复加工工艺概况	1
一、口腔修复工艺学的发展史	1
二、口腔固定修复工艺学的分类	1
三、金属烤瓷冠修复体制作常规方法	1
四、嵌体制作的修复工艺学	2
五、贴面制作的修复工艺学	3
六、全瓷冠制作的修复工艺学	3
第二节 数字化口腔的发展概况	4
一、光学印模的制取	5
二、修复体的设计	5
三、CAD/CAM 修复体的制作	7
四、椅旁 CAD/CAM 系统	7
五、技工室 CAD/CAM 系统	8
六、集中加工 CAD/CAM 系统	8
第二章 数字化口腔修复工艺技术	11
第一节 数字化印模	11
一、接触式机械扫描	11
二、激光扫描	12
三、结构光扫描	12
第二节 数字化设计	12
第三节 数字化加工	13
一、数控切削技术	14
二、电火花加工技术	14
三、金沉积/瓷沉积技术	14
四、快速成型技术	15
第四节 3D 打印技术在口腔修复工艺中的应用	16
一、3D 打印的原理	16

目录

二、3D 打印技术的应用优势	17
三、3D 打印技术在口腔修复工艺领域的应用	17
四、3D 打印技术与传统修复工艺技术的比较	20
五、3D 打印技术与 CAD/CAM 的比较	21
第三章 数字化嵌体修复工艺图解	23
第四章 数字化贴面修复工艺图解	39
第五章 数字化全冠、桥体修复工艺图解	49
第六章 数字化种植个性化基台制作图解	59
第七章 数字化手术导板、即刻种植与即刻修复体加工工艺图解	79
第八章 3D 打印活动义齿支架与基托加工工艺图解	95

网络增值服务



人卫临床助手

中国临床决策辅助系统

Chinese Clinical Decision Assistant System

扫描二维码，
免费下载



第一章

绪论

第一节 传统口腔修复加工工艺概况

口腔修复工艺学是口腔修复学的一部分,它是以前口腔医学、物理学、化学、材料学、冶金学和美学的有关知识为基础,研究口腔修复治疗手段,即讨论各种口腔修复体制作的理论和方法。

口腔修复工艺技术经历了从口腔内直接制作到口腔外间接制作的过程,口腔工艺技术不但服务于口腔修复学,也对口腔正畸学、口腔颌面外科、儿童牙科和牙周病学等学科起重要作用。

一、口腔修复工艺学的发展史

口腔修复工艺学起源于人们对恢复口腔美观和功能的需要。早在远古时期,人们就使用动植物纤维、金属丝、金属带将人或其他动物的牙,以及用骨头、象牙、木头雕刻的人工牙固定在相邻的牙齿上。这是最原始的口腔修复技术,是在口腔内直接进行的。间接法口腔修复工艺技术有文献记载的是在16世纪的欧洲,出现了早期的口腔印模材料和技术,随后又出现了用来模拟人体颌面部构造的机械装置——殆架。口腔印模、模型和颌位转移技术的出现和完善使口腔技师可以安坐在口腔修复技工室从容不迫地制作修复体。随着经济和社会的不断发展,口腔修复工艺学也在不断进步,现在已经形成了大批量流水线生产规模,为患者制作各种治疗性和美容性的口腔装置。口腔修复工艺学已经成为口腔科学的一个分支学科。

二、口腔固定修复工艺学的分类

传统的口腔修复工艺可以分为固定义齿工艺学和活动义齿工艺学。其中固定义齿工艺学主要是指制作嵌体、贴面、冠和固定义齿的工艺学。从临床的牙体预备结束开始,不同种类的修复体都有其独特的制作方法与工艺技术。

三、金属烤瓷冠修复体制作常规方法

传统常规的修复体的制作主要分为以下几步:首先是印模和模型。在医师进行牙体预备后,选取合适的印模材料制取预备体的印模,随后使用模型材料进行模型的灌注,印模和模型要求能够精确地复制出口腔内的软硬组织的形态。第二步是制作代型。在模型材料完全固化之后,修

整并分割模型,以获得边缘清晰且可独立拆卸的工作代型。在制作工作代型时注意不要伤及邻牙及基牙。第三步是制作蜡型。蜡型是按照铸造修复体的准确外形进行雕刻的熔模。第四步是包埋和铸造。在蜡型完成并经过评估之后,将其用耐火包埋材料包埋,待凝固后对铸型进行焙烧,蜡受热挥发后便在包埋料内形成中空的铸模,然后将其放入铸造机中进行铸造,熔融的合金或陶瓷在离心或高压作用下注入铸模腔,形成最终的铸件。第五步是表面处理、烤瓷等。对于非贵金属铸件,常采用喷砂做表面处理,而对于贵金属铸件,常用酸洗法,将铸件置于酸中去除表面氧化物。在试戴合适后打磨、修整、抛光和清洁,完成修复体的制作。对于金属烤瓷修复体和铸瓷修复体,还要进行后面的塑瓷、烤瓷、瓷体外形修整等操作。

四、嵌体制作的修复工艺学

嵌体是一种嵌入牙体内部,用以恢复缺损牙体形态和功能的修复体,嵌体可以分为瓷嵌体、金属嵌体和硬树脂嵌体。瓷嵌体具有优良的美学功能,传统的瓷嵌体一般使用失蜡法制作。在牙体预备完成后,制作可卸代型并在可卸代型上形成清晰的边缘区,用石墨铅笔沿边缘区转折线绘制边缘线。然后涂布硬化剂,涂布硬化剂可以避免代型受损坏,硬化剂多用氰基丙烯酸酯或502胶,接着涂布间隙剂,涂布间隙剂的目的是在修复体和挤压之间形成适当的间隙,以便修复体顺利就位和容纳适当厚度的粘接材料,理想的间隙应该为 $20 \sim 40 \mu\text{m}$ 。最后涂布分离剂,应薄薄地涂布一层,以免形成过大的间隙。在分离剂涂层完成后,即可进行蜡型的堆积。

将蜡堆到代型上的成型技术又称正蜡法,包括浸蜡、流蜡和滴蜡法。浸蜡技术在全冠蜡型的开始阶段使用,将铸造蜡在恒温熔蜡器重熔呈液体状,将代型浸入,快进快出,一次进出可达到 $0.5 \sim 1.0\text{mm}$ 的厚度,若感觉蜡膜厚度有欠缺可等待其冷却后再次浸入直至达到要求。粘在颈部边缘线倒凹区的蜡可以用雕刻刀去除。流蜡技术是用蜡刀等器械将铸造蜡加热至具有流动性,添加到所需部位,并在蜡型凝固前引导其流动直至定形。流蜡技术应根据预计的蜡型形状选择适当的工具,并准确控制器械工具加热的温度。滴蜡技术则是用火焰直接灼烤铸造蜡棒使之熔化,滴注到嵌体、窝洞或全冠表面,适用于体积较大的嵌体或全冠蜡型,应分层进行,每层在接近凝固时轻轻压实。最后通过精确的雕刻操作完成蜡型的制作。相较于陶瓷和金属,蜡是最容易赋形的,蜡型越接近最终的修复要求,下一步打磨陶瓷或金属所耗费的时间就越少。

嵌体的样式和大小变化很多,有嵌体和覆盖整个殆面的高嵌体。通过失蜡铸造工艺可以制作全瓷嵌体,通常采用滴蜡或流蜡方法将熔蜡液注入窝洞,如果窝洞较大需要分层堆积,应注意每次注入蜡液的温度都要比较高,以免与前一层蜡之间形成间隙。洞型充满蜡后用手指或器械加压直到蜡完全凝固。然后初步修整蜡型直至可以从窝洞取出,通过反复加蜡和雕刻使嵌体蜡型具备良好的解剖形态,与基牙之间的边缘密合,并与邻牙和对殆牙形成良好的咬合接触关系。将蜡型包埋到耐火材料里,预加温使蜡型熔化挥发形成空腔,然后将熔化的陶瓷材料注入成形。陶瓷材料被加温熔化到具有可塑性的状态,被压缩活塞循铸道挤压进入铸腔,成为要求的形状。目前国内外均采用玻璃陶瓷作为铸造陶瓷材料。铸造完成后自然冷却,切开铸圈进行喷砂处理,将喷完砂的铸件放入5%的氢氟酸容器中,投入超声波机振荡10分钟。取出清洗吹干后再次喷砂去除表面白色的反应层,即可进行随后的外染色工艺。嵌体的殆面窝沟需要进行染色处理,可

以使用釉质瓷进行染色处理,根据临床的比色要求,调配不同色泽的釉质瓷,兼顾外形轮廓和色泽分布特点,如果有局部染色等个性化的设计应该在釉质瓷层中得到体现。上好釉质瓷后即可进行烧结,烧结完成最终嵌体修复体即制作完成。

五、贴面制作的修复工艺学

贴面修复是采用粘接技术,对牙体表面缺损、着色、变色和畸形等,在保存活髓和少磨牙或不磨牙的情况下,用美容修复材料直接或间接粘接覆盖,以恢复牙体的正常形态和色泽的一种修复方法。随着粘接技术的普及和各种贴面修复材料的广泛应用,加之贴面修复在牙体预备过程中能够很好地保存自然牙体组织,有效减少修复体边缘长度,有利于牙周组织健康,贴面修复技术逐步被广泛接受,已成为临床常用修复技术。贴面根据材料的不同可以分为瓷贴面和树脂贴面。贴面主要用于牙体缺损,如牙面小缺损,前牙切角缺损,大面积浅表缺损,染色、变色牙,包括四环素染色牙、氟斑牙、釉质发育不全,牙体形态异常牙,如畸形牙、过小牙,牙体排列异常及牙间隙增大等。

六、全瓷冠制作的修复工艺学

全瓷冠是以陶瓷材料制成的覆盖整个牙冠表面的修复体,有出色的美学性能,半透明性佳,层次感强,具有与天然牙相似的美学效果;不存在金属成分,不存在金属烤瓷冠的龈染,着色和某些金属可能造成的过敏问题;相对于金属有更好的生物相容性;也可以避免金属对某些影像学检查,如磁共振成像的影响。

根据制作方法的的不同,全瓷修复工艺可以分为四大类,粉末法、失蜡法、机加工法和瓷沉积技术。

粉末法根据制作方法的的不同又分为直接堆塑烧结技术和粉浆涂塑技术。直接堆塑烧结技术即直接在耐高温的代型上堆塑瓷层,然后进行烧结成型的技术。粉浆涂塑技术是首先在代型上制作高强度的底层材料,然后涂塑渗透饰面瓷后烧结。制作时粉浆被涂塑于多孔的耐火代型之上,当多余的水分被吸收后粉浆变得致密,然后在 1120°C 的高温下烧结,形成多孔的底层材料,类似于金属烤瓷修复体的金属基底,接着在多孔的底层上进行玻璃料渗透,最后是熔融的玻璃料进入底层材料的孔隙中。与传统的烧结堆塑陶瓷相比,用粉浆涂塑方法制作的陶瓷具有孔隙率低的优点。首先复制耐火模型,制作个别代型,涂布分离剂。然后将底层材料的粉浆涂塑于代型上,用雕刀塑形,并修整边缘。在烤瓷炉里进行底层支架的烘干、烧结,将底层小心地从代型上取下。在底层材料上涂塑玻璃陶瓷,经高温烧结后玻璃陶瓷渗透入底层的孔隙内,形成致密的高强度底层冠。最后修整打磨烧结后的底层冠,常规方法堆塑体瓷、切端瓷等瓷层。

饰瓷按照分层可分为七类。不透明瓷,又称褶色瓷,主要遮盖金属基底的顏色,并形成金属与烤瓷材料界面上的结合力。肩台瓷,又称内缘瓷,具有较高的强度,形成肩台对体瓷起承托作用,替代金属基底冠的肩台部分,可以遮挡冠边缘的顏色,有利于修复体、颈部顏色的表现。颈部瓷,色彩较深以表现牙齿颈部的色泽特点,对于修复体颈部顏色的立体感表现有一定的效果。牙本质瓷,又称体瓷,用于堆塑牙本质部位范围,并形成修复体的主要色泽。釉质瓷,又称切端瓷,

具有较高的透明度,用于堆塑冠的切端、殆面部位。透明瓷,透明度较釉质瓷更高,用于覆盖前牙冠的唇面,或是仿制牙冠上高度透明矿化的局部。修饰瓷,色泽的分布范围距离上述基本种类瓷粉较远,主要用于在局部形成与个性特征相应的仿真效果,包括牙龈色泽。

失蜡法全瓷技术是目前最常用的全瓷修复技术,又可分为铸造法和热压成型两大类,需要制作蜡型,包埋。铸造法是将陶瓷块高温熔融铸造,而热压成型则是将陶瓷块低温加热挤压成型。铸造陶瓷的制作工艺主要包括以下步骤。首先修整代型,涂代型隙料,全冠需要涂两层,然后是蜡型制作,根据需要铸造出全冠的形态或体瓷的形态,接着安插铸道,包埋蜡型,进行焙烧铸造,然后分离铸造玻璃体,去除包埋材料,切割铸道。瓷化,即通过热处理将玻璃体转化为陶瓷。将瓷化后的修复体在模型上试戴,修改并抛光,最后上色或堆塑饰面瓷。

瓷沉积修复技术是目前较新的全瓷制作工艺技术,与其他几种全瓷修复技术相比,瓷沉积修复技术具有操作简便、制作时间短及修复体组织面密合性好等优点。采用专利技术的电磁感应全瓷沉积,类似于金沉积技术,全瓷沉积系统(Electro Layered Ceramic system, ELC system)不需要翻模。

参 考 文 献

1. 吕培军,孙玉春. 口腔修复计算机辅助设计/制作的过去、现在和将来. 北京大学学报(医学版),2010,42(1),14-19
2. 姚江武. 口腔固定修复工艺技术. 北京:高等教育出版社,2005
3. 韩科,彭东. 口腔修复工艺学. 北京:北京大学医学出版社,2009
4. 于海洋. 口腔固定修复工艺学. 北京:人民卫生出版社,2014
5. 赵铤民. 口腔修复学. 第2版. 北京:人民卫生出版社,2007

(郭吕华 李源静)

第二节 数字化口腔的发展概况

口腔修复工艺学是一门集口腔修复学、美学、生物力学、机械力学、工艺学和材料学等现代自然科学为一体的应用型学科。数百年以来,口腔修复工艺一直在沿用传统的修复治疗模式,即由临床医师为患者制定修复治疗方案、预备口腔软硬组织,通过制取印模的方法获取患者口腔或面部的解剖形态,技师根据模型信息再按常规制作步骤完成具有特定形态和功能的修复体,最终完成修复治疗。这种口腔修复临床治疗模式是以医师和技师的理论水平、临床经验和操作能力为基础,实现各类病例的临床修复治疗,因此对口腔修复医师和技师的临床经验和技能有较高的依赖性。

20世纪70年代,数字化技术的出现为口腔修复的印模方式和口腔修复体的制作提供了一种新的临床和技工操作方式。1973年法国人 Dure 首次将计算机辅助设计与制作(computer aided design/manufacture, CAD/CAM)概念引入口腔领域,1984年他发明了第一台 CAD/CAM 设备,1989年在美国芝加哥会议上用4个小时加工了单冠。20世纪80年代 Mörmann 首次将数字化口

内扫描仪应用于口腔修复,1987年 Brandestini 发明了第一台商业用 CAD/CAM,并为 CEREC (Sirona Dental Systems) 奠定基础。虚拟印模和模型提高了技工的舒适度和方便度,虚拟模型便于储存、整理和远程交流。CAD/CAM 系统大大提高了修复的效率,减轻了技师加工修复体的劳动强度。相对于传统义齿加工方法而言,CAD/CAM 系统制作的修复体质量好、可重复性强,CAD/CAM 系统在世界范围内得到越来越广泛的应用。数字化技术为口腔修复学开辟了崭新的修复治疗模式和制造工艺模式。经过 30 多年的探索与发展,已经成功实现了现代数字化制作工艺和传统口腔修复治疗技术的衔接,临床已有数十种口腔修复数字化修复体设计与制作系统,实现了口腔修复学数字化技术的临床应用,通过临床修复治疗实践,数字化技术的精确和高效性能已被口腔修复学界认可,数字化临床修复治疗方式是未来口腔修复学的重要发展方向之一。

口腔修复 CAD/CAM 中 CAD 主要指以计算机作为主要工具来生成和运用各种数字信息和图形信息,辅助进行修复体的设计,而 CAM 则是指由计算机控制的数控加工设备对产品进行自动加工成型,获得修复体。目前,国内外研发的各种数字化修复体制作系统,在系统研究和处理细节上存在差异,但各种系统的主要构建均由 3 部分组成:①数据获取装置(数字化印模),用于获取口腔软硬组织数据;②数字化修复体设计,用于修复体形态设计和图形处理;③数控修复体制作,用于修复体设计后数字化控制的修复体制作。

一、光学印模的制取

复制口腔内软硬组织的三维形态是制作口腔修复体的第一步,它的精确度对最终修复体、精度和修复最终疗效有着至关重要的影响。20 世纪 70 年代人们首次采用光学印模的方法获取基牙的数字模型,从此数字化扫描技术为口腔修复的印模方式以及修复体的制作提供了一种全新的思路。与传统的印模技术相比,数字化印模技术有较大的优势。它不仅能大幅提高口腔修复

临床诊疗工作的效率,提高患者就诊的舒适度,减少技工室的加工时间,而且数字化的印模数据便于存储、传输和远程交流。目前数字化印模技术的使用方法主要分为间接法和直接法。间接法是用数字化扫描设备扫描石膏模型或者精细印模来获取数据,而直接法则是将数字化扫描设备伸入患者口内直接对牙列以及相关的软硬组织进行扫描测量,实时获取数字化印模。有研究显示直接法制取的口内数字化印模不仅在修复体边缘适合度和邻接关系上优于传统印模,而且直接法的印模精确度也优于间接法(图 1-1)。



图 1-1 取像单元

二、修复体的设计

设计软件会根据扫描所获取的数据自动

生成数字化三维模型,模型部分内容可进行手工修整。同时目前大部分设计软件都集成有数字化验架功能。我们可以通过设计软件设定模型的验学参数(图 1-2)。

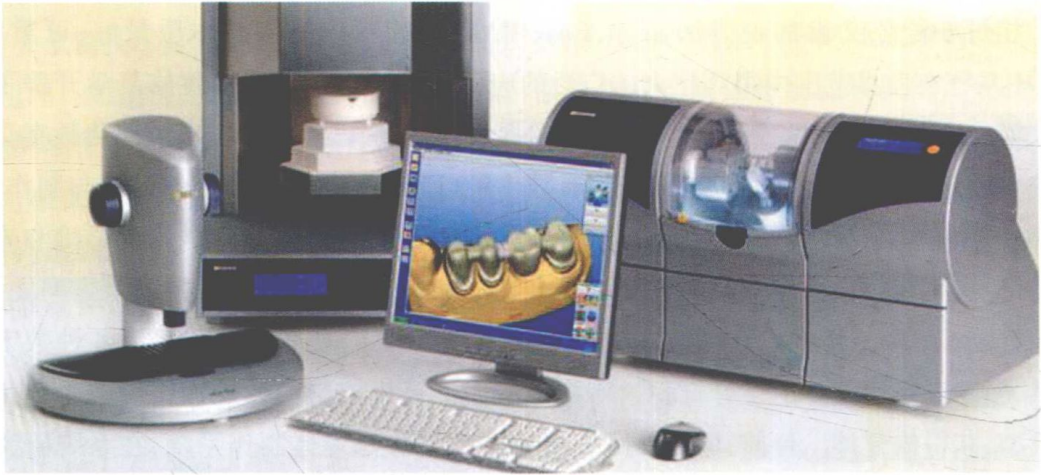


图 1-2 技工室扫描、设计、研磨系统

设计软件确定修复体边缘线、邻接点、就位道等信息,各数字化修复体制作系统均有标准牙冠形态数据库及修复体智能设计系统(图 1-3)。系统可先自动选择适合患者个体的牙齿外形信息,再通过人工修改的方式最终确定修复体形态,并根据对颌牙及邻牙数据信息,模拟调整修复体的咬合和邻接触形态。随着国内外对数字化技术研究和应用的不断深入,与修复体设计相关的数学表达研究工作,以及相关的数据收集、分析、归纳、整理工作也在逐步深入,与设计相关的口腔修复数据库也日臻完善。另外,除尽力提高对各类修复体设计的自动化程度外,在设计过程中注意加强人机交互的亲性和,并更多地兼顾临床医师和技师的思维习惯和工作方式。操作者仅需设计出修复体边缘线即可由软件自动完成余下所有的步骤,操作非常简便。除此以外,研发的某些系统也提供了代型设计模块,可将牙体预备后的三维数字模型设计为可拆卸的三维代型,

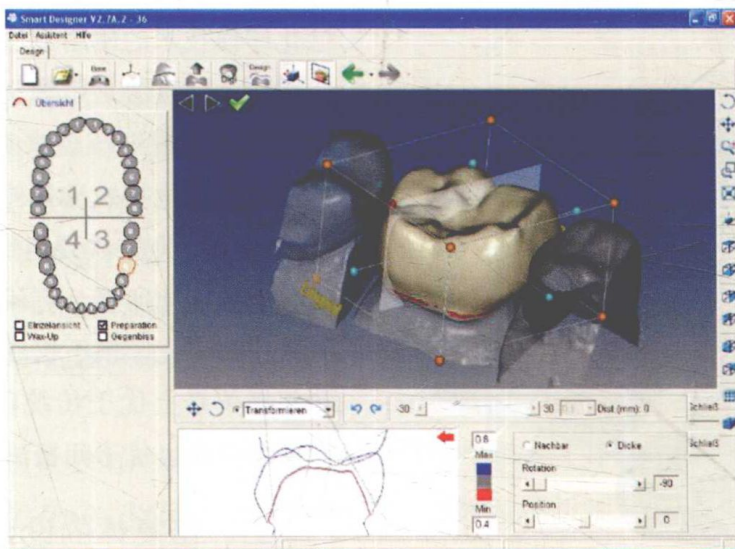


图 1-3 软件设计