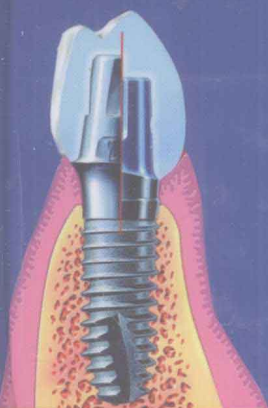


C

HEN ANYU

KOUQIANG ZHONGZHIXUE



陈安玉

口腔种植学

© 主编 宫 苹 梁 星

 科学技术文献出版社

陈宏玉

口腔神经学

陈宏玉 主编

人民卫生出版社

陈安玉口腔种植学

主 编 宫 苹 梁 星
编 者 宫 苹 梁 星 汪永跃 欧国敏
王 虎 莫安春 谭 震 谢志刚
夏 露 班 宇 满 毅 唐 华
魏 娜 袁 泉 郭大伟

· 科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

图书在版编目(CIP)数据

陈安玉口腔种植学/官莘,梁星主编.-北京:科学技术文献出版社,2011.1

ISBN 978-7-5023-6722-0

I. ①陈… II. ①官… ②梁… III. ①口腔种植学 IV. ①R783.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 159990 号

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038
图书编务部电话 (010)58882938,58882087(传真)
图书发行部电话 (010)58882866(传真)
邮 购 部 电 话 (010)58882873
网 址 <http://www.stdph.com>
E-mail:stdph@istic.ac.cn
策 划 编 辑 薛士滨
责 任 编 辑 薛士滨
责 任 校 对 唐 炜
责 任 出 版 王杰馨
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 富华印刷包装有限公司
版 (印) 次 2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
开 本 889×1194 16 开
字 数 344 千
印 张 13.25
印 数 1~3500 册
定 价 40.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

《陈安玉口腔种植学》是 1991 年陈安玉教授主编出版的我国第一部《口腔种植学》专著的再版,本书在原著的基础上,进一步梳理并补充了近 20 年口腔种植学的基础研究、临床技术和大学教育等,全书共 19 章,主要包括口腔种植学的发展、颅颌面解剖生理学、种植材料、生物力学、种植义齿和颅颌面缺损种植修复技术、口腔种植影像学、口腔种植学教育发展状况、口腔种植学研究方法等。其中,口腔种植影像一章内容新、系统,是种植临床必不可少的知识。口腔种植学教育首次列入口腔种植学专著。该书较系统、详尽地介绍了口腔种植学的现代理论和临床技术,客观地反映了当今口腔种植学的现状和发展趋势,是一部适合口腔高年级本科生、研究生和临床专科医生的学习用书。

科学技术文献出版社是国家科学技术部系统唯一一家中央级综合性科技出版机构,我们所有的努力都是为了让您增长知识和才干。

序

口腔种植学是口腔科学的一个新兴的、独立的分支学科,起源于20世纪30年代,与传统的牙列和颅颌面组织缺损的修复方法有着本质的不同,目前已为广大缺失牙患者所接受和喜爱,是近年口腔医学领域中发展最为迅速的学科之一。由于生物材料研究的高速发展,出现了大量新型种植体系统,同时,外科种植及修复技术的不断改进更新,使种植修复的适应证不断扩大,且在研究和临床应用中,发现了一些问题。系统地梳理、总结、比较口腔种植学的相关理论和方法成为关注的重点,也是口腔种植学科健康发展的重要条件。

《陈安玉口腔种植学》是在四川大学华西口腔医学院的积极组织下,由种植学教研室在我国著名的口腔种植学专家陈安玉教授1991年主编的我国第一部《口腔种植学》专著的基础上,结合我院多年的种植临床经验,进一步补充总结了近20年来国际国内口腔种植的最新技术和理论,主要包括口腔种植学的研究概况、颌骨的解剖生理学基础、口腔种植材料和生物力学研究、颅颌面缺损种植修复技术、口腔种植影像学、口腔种植学教育发展状况等。该书涉及到口腔颌面外科学、口腔修复学、牙周病学、口腔影像资料学和口腔材料学等多学科在口腔种植学中的应用,相信该书的出版一定能为口腔种植学的发展和提高起到积极的推动作用。

王模堂

前 言

近 20 年来,种植修复已经成为治疗牙列缺损和缺失,以及颅颌面组织缺损,恢复牙颌系统外形、功能的重要方法。口腔种植学的理论更新和新技术的发明与推广对近年来的临床实践起到极其重要的作用,使口腔种植修复成为传统口腔修复医学的重要部分。口腔种植学与口腔医学其他学科的不断交融发展,使其内容不断充实,理论不断完善,同时对其他口腔学科有协同发展作用,使口腔临床医学的内容更加完整,更能满足于病员的需求。

口腔种植学的发展经历了种植体材料、种植体外形结构设计及种植体-组织结合界面研究等多个重要的阶段。经过多年的研究和实践,目前公认钛为最理想的种植体材料;外形结构类似牙根形圆柱状或表面带螺纹的圆柱状是较为理想的种植体外形。关于种植体-组织结合界面,虽然学者们公认 20 世纪 60 年代末 Brånemark 教授提出的骨性结合理论为现代口腔种植学的重要里程碑,但目前口腔种植学的重要研究内容之一仍然是寻求与天然牙类似的界面结合类型。中国口腔种植学虽然起步较晚,但由于一开始就着眼于种植体材料的安全性、生物相容性的研究,并且紧密地与临床应用相结合,针对问题进行研究,寻找答案,发表了大量的口腔种植基础和临床研究的文章。华西医科大学口腔医学院率先在国内开发了具有知识产权的种植体系,系统性地开展了口腔种植临床。在此基础上,由华西口腔医学院陈安玉教授主编的我国第一部《口腔种植学》专著于 1991 年出版,较系统地介绍了口腔种植学的生物学基础、种植体材料与结构、应用原则及方法,对口腔种植学在我国的传播,国内高等院校的教育,以及临床推广应用起到了十分重要的作用。

目前,口腔种植领域出现了许多基础理论扎实、系统完整、效果肯定的种植技术,以及技术含量高,成功率高的种植体系统;修复材料的美观性也越来越受到关注;由于新技术和新设计的应用,种植修复的适应证范畴不断扩大,与其他临床学科的结合日趋紧密。今天的口腔种植学领域,无论是材料研究、种植体结构设计,还是临床技术等方面正经历着一场革命。由于知识更迭、急需引入国际先进理念,是我们编撰本书的宗旨,这样也可以填补国内对近年来新理论和新技术缺乏系统介绍的空白。

《陈安玉口腔种植学》是在我国著名的口腔种植学家陈安玉教授 1991 年主编的《口腔种植学》的基础上,进一步总结补充了近 20 年来国际国内口腔种植基础研究、临床技术和大学教育进展等内容。本书共 19 章,除了系统介绍口腔种植学的发展现状及趋势、口腔种植的颌骨解剖生理学基础、口腔种植材料和生物力学、种植义齿修复、颅颌面缺损种植修复技术、口

口腔种植学研究方法,还用一定的篇幅叙述了口腔种植影像、口腔种植学教育发展状况。口腔种植影像一章全面、系统地介绍了与口腔种植有密切关系的各种影像技术及其优缺点,是种植临床发展到现阶段必不可少的知识;通过口腔种植学教育介绍,可了解先进国家的教学模式,吸取符合我国国情的内容,以提高我国口腔种植学的教育水平。本书较客观地反映了当今口腔种植学的现状和发展趋势,并且系统地梳理了口腔种植临床应用原则和特点,书的内容全面、系统、重点突出,是一部适合口腔高年级本科生、研究生和临床专科医生的学习用书。

本书的编写工作得到四川大学华西口腔医学院、口腔种植学教研室、口腔修复学教研室、口腔材料学教研室和口腔放射学教研室的大力支持,在此一并致谢。

由于口腔种植学涉及口腔医学、生物材料学和生物医学工程等学科,作者水平和经验有限,本书不可避免存在错误及疏漏之处,诚挚地希望广大读者批评指正,以臻完善,谨致谢意。

官 革 梁 星

目 录

第一章 概述	1
第一节 口腔种植学发展历程及现状	1
第二节 口腔种植修复展望	2
第三节 口腔种植学的研究概况	3
第四节 口腔种植学在口腔修复学中的地位	7
第二章 颌骨的生理学特性	9
第一节 骨的生物电特性	9
第二节 骨的再生和改建	10
第三节 影响骨吸收的因素	12
第三章 口腔种植的解剖组织学基础	13
第一节 颅颌面硬组织结构特征和解剖结构	13
第二节 颅颌面软组织的组织特征和解剖结构	16
第三节 种植相关的重要解剖结构	18
第四章 种植体与周围组织界面结构	20
第一节 牙种植体-骨组织界面结构	20
第二节 影响牙种植体-骨组织界面形成的因素	24
第五章 种植义齿设计中的生物力学基础	31
第一节 概述	31
第二节 骨组织生物力学特性	32
第三节 骨内牙种植的生物力学	36
第四节 种植义齿修复的生物力学	37
第六章 牙种植体	43
第一节 牙种植体的分类	43
第二节 牙种植体的基本组成	46
第三节 常用牙种植体系统	46
第四节 颅面种植体	49
第七章 骨组织替代材料	51
第一节 自体骨	51

第二节	同种异体骨	51
第三节	异种骨	52
第四节	脱钙骨	53
第五节	生物材料	55
第八章	生物膜材料	58
第一节	可吸收膜	59
第二节	不可吸收膜	61
第九章	支抗种植体临床应用	64
第一节	支抗种植体	64
第二节	支抗种植体临床应用	64
第十章	口腔种植外科手术	67
第一节	牙种植外科的基本原则	67
第二节	牙种植体植入术的种类	68
第三节	牙种植手术器械	69
第四节	术前检查	70
第五节	外科治疗方案	71
第六节	术前准备	72
第七节	牙种植体植入术	73
第十一章	种植义齿修复	78
第一节	种植义齿修复	78
第二节	种植义齿的组成和结构	81
第三节	种植义齿的分类	81
第四节	单颗与部分缺失牙种植固定修复设计	82
第五节	全颌固定式种植义齿及覆盖义齿修复设计	83
第六节	种植义齿的制作	84
第十二章	颌面缺损种植修复	94
第一节	修复设计原则	94
第二节	颌面缺损种植修复方法	94
第十三章	牙种植治疗的骨增量技术	98
第一节	骨移植技术	98
第二节	骨挤压术	99
第三节	上颌窦提升术	100
第四节	骨牵张术	103
第五节	引导骨组织再生	104
第六节	骨劈开术	105

第十四章 种植义齿的成功标准及维护	106
第一节 种植义齿的复查和评价	106
第二节 种植义齿的并发症及健康维护	113
第十五章 口腔种植影像学	123
第一节 口腔种植影像学简介	123
第二节 影像学检查方法在口腔种植中的应用	124
第三节 CBCT 在临床中的应用	132
第四节 颌面部其他部位种植的影像学检查	146
第十六章 口腔种植学教育	149
第一节 口腔种植学教学层次与阶段	149
第二节 欧美关于口腔种植教学的指导方针	151
第十七章 口腔种植材料结构及力学性能研究	161
第一节 结构分析方法	161
第二节 生物活性玻璃陶瓷制作过程中相变的测定方法	163
第三节 生物活性玻璃陶瓷晶体结构	165
第四节 生物活性玻璃陶瓷表面分析技术	167
第五节 物理性质测定	171
第六节 机械疲劳研究	174
第七节 种植体部件的缝隙腐蚀研究	174
第十八章 生物种植材料的生物学评价	176
第一节 概述	176
第二节 种植材料的要求	176
第三节 种植材料的生物学评价	177
第十九章 种植材料生物相容性检测	187
第一节 组织形态学分析	187
第二节 酶组织化学分析	188
第三节 X 线影像技术	190
第四节 放射性核素检测	191
第五节 荧光标记检测	193
第六节 免疫组化及单克隆抗体技术	194
第七节 特殊染色技术	194
第八节 口腔菌群在种植体上的粘附和生长	196
参考文献	197

第一章 概述

第一节 口腔种植学发展历程及现状

今天的口腔种植学(oral implantology, implant dentistry)正经历着一场革命,种植修复新技术与新型牙种植体不断出现;种植修复牙缺失技术不断简化创新;大量口腔种植的基础和临床研究报道见于口腔医学各个学科,近半个世纪已有上万篇口腔种植的相关文章发表。种植修复使原来不可能恢复的形态和功能得以实现,从根本上改变了传统的修复理论和方法,有学者提出:缺失牙齿的修复已渐渐进入种植牙时代。

早在 5000 年前的埃及、4000 年前的中国就已有用不同材料制成的人工牙植入颌骨修复缺失牙的记录。800 年前,我国宋代楼钥所著《玫瑰集》中,已有种植牙的记载。最初用黄金,以后用铅、铁、铍、铂、银等金属,再后来也用瓷、橡胶、宝石、象牙等。虽然无法准确查证口腔种植技术的起始时间,但据相关资料可以测知该技术出现得很早。最初是利用死者口内拔下的牙齿,由牙科医生植入到患者的口中,但由于疼痛、感染率较高,存留时间不长,成功率很低,使应用受限。1909 年,英国的牙科杂志首次以文献的形式报道了种植牙。纵观种植牙的历史,可以将种植牙分为自体移植、异体移植、异种移植和异质移植。

1936 年以后,随着工业的发展,出现了高强度和抗腐蚀性能良好的金属,如钴铬合金、钛、钽等,同时种植体的形态设计、种植方法及临床评价等不断改进,使口腔种植技术有了很大的发展,基础理论和临床应用都随之步入了新的境地。

现代口腔种植技术始于 20 世纪 30 年代,钴铬钼合金(vitallium)种植体的应用使口腔种植学有了突飞猛进的发展。1936 年,Veneble 和 Stuck 证明了钴铬钼合金的耐腐蚀性,1939 年,Srock 使用钴铬钼合金制成根形螺钉状种植体。1943 年,德国

的 Dahl 发明了纽扣状的种植体,也称黏膜下种植体,这类种植体埋入义齿的组织面,然后嵌入患者牙槽嵴黏膜上手术形成的种植体窝中,但该种植体患者戴上义齿后不能摘下,否则种植体窝愈合后,义齿就无法戴入,或者形成黏膜溃疡。1946 年,Goldberg 和 Gershkoff 开始推广使用骨膜下种植体,该类种植体植入骨膜下,主要为全口义齿提供固位。骨膜下种植体最大的优势是对骨的高度没有严格的要求,其 5 年成功率是 90%,10 年成功率是 65%。骨膜下种植体的风险是骨吸收、麻木、下颌骨骨折以及软组织炎症。1948 年 Formiggini M,以钽丝锥形体植入口腔颌骨内,作固定基台行种植义齿修复,但在这期间其成功率却仍然很低。1953 年,Sollier 和 Chercheve 报道了穿下颌骨种植体。

20 世纪 50 年代中期,瑞典哥德堡大学 Brånemark 和 Albrektsson 教授在骨髓腔内微血管血流状态研究课题中,使用了高纯度钛作为植入材料,并且对植入动物体内的钛材料进行了长期的观察,发现纯钛与机体生物相容性很好,纯钛与兔子的胫骨产生了异常牢固的结合。1966 年 Brånemark 教授提出骨整合理论,即在光镜下观察,种植体和周围骨组织紧密接触,没有任何骨以外的纤维组织等介入其间。这一概念迄今为止仍被作为种植成功的标志,被视为重要的现代牙种植学理论。

1967 年,Cowland 和 Lewis 首次报道了玻璃碳这种无机物制成的种植体,但成功率非常低,因此没有继续使用。也有采用其他无机材料如甲基丙烯酸甲酯作为种植体,但是成功率也非常低。1969 年,Linkow 报道了叶状种植体,该种植体外型呈叶片状,对骨的宽度要求较低,但由于其穿龈结构设计缺陷,这类种植体目前已极少使用。1970 年,Ro-

berts 报道了下颌升支骨内种植体,该种植体植入下颌骨的两侧升支以及下颌骨前份,用杆相连接,从而对全口义齿进行固位。

概括而论,口腔种植技术虽然出现早,但从学科的发展而言,则是近 30 年才逐渐形成系统理论的一门新型学科。

我国的种植技术,虽然在历史上曾居领先地位,但在漫长的历史发展过程中,由于科学技术不发达,逐渐落后于世界许多科技先进的国家。近年来生物医学工程学的崛起,口腔种植学的理论探讨和临床应用,均已日益扩大和深入。20 世纪 80 年代初我国学者开始涉足该领域进行研究。80 年代中期,华西医科大学和第四军医大学相继成立了人工种植牙课题研究组,开始了口腔种植的基础理论研究和牙种植体的研制、开发和临床应用。90 年代华西医科大学口腔医学院研制开发了 CDIC 种植体系统,并在全国多个城市和地区开展了种植临床技术培训。之后,第四军医大学口腔医学院研发了自攻螺旋型骨结合性钛牙种植体系列产品、中荷合资开发了 BLB 种植系统等。

1989—1998 年期间,我国分别在成都、上海和北京召开了 4 次国际口腔种植学学术研讨会,标志着我国的口腔种植学专业队伍已经逐渐形成并走向国际。1995 年 6 月在浙江宁波召开的全国生物医学工程学会人工器官分会首届颅颌面种植学术会议上,颅颌面种植学组成立。1997 年全国种植义齿协作组宣告成立。

1995 年 2 月在珠海市举行的全国种植义齿学术工作研讨会上,肯定了我国种植义齿科研和临床

工作,对种植义齿的适应证、禁忌证、成功的标准及临床诊治规范等进行了广泛的讨论。2000 年 10 月北京国际口腔种植研讨会上,口腔种植学骨结合理论创始人 Brånemark 教授、曾任德国种植学会及欧洲骨结合学会主席的 Spiekerman 教授介绍了现代种植学的科学理论和技术演变发展的过程,展示了种植学的未来发展趋势,对我国口腔种植学发展起到了良好的引导和促进作用。

随着口腔种植学的发展,各个国家和地区先后建立了有关的专业组织机构。例如,美国于 1951 年成立了美国牙科种植学会(American Academy of Implant Dentistry)。学会不但汇集了美国口腔种植界的人才,也有许多其他国家的学者加入学会。接着英国、日本、瑞典、德国、荷兰、瑞士、加拿大、丹麦、澳大利亚等国,也先后成立了牙科种植学会或相应的组织,使各国的学者有互相交流信息和研讨问题的平台,进一步推动了口腔种植学的发展。

1977 年,在苏黎世大学(Zurich university)召开了种植学工作会议,来自 15 个国家的 350 多位国际知名学者参加,对全球口腔种植学的发展起到了积极的推动作用。

1978 年,在波士顿的哈佛牙科学学校(Harvard Dental School),由国际牙医学研究所(National Institute of Dental Research)主办的口腔种植学会议,讨论了口腔种植学的发展方向和方法。20 世纪 80 年代初,第一本口腔种植学杂志《The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants》出版发行。

第二节 口腔种植修复展望

随着生物材料学、口腔基础与临床应用研究的发展,口腔种植体及配套手术器械的结构设计使种植手术标准化、规范化与简单化;种植体植入后的初期稳定性大大提高;种植体与骨整合的时间也逐渐缩短;拔牙后种植体即刻植入及即刻负重修复已成为临床常规治疗项目;CT 扫描与椅旁 CAD/CAM 技术的引入使即刻修复成为现实;上颌窦及牙槽骨手术器械的设计,以及生物活性人工骨材

料、组织引导再生材料及技术的发展,大大扩展了种植修复的适应证范围;非金属陶瓷类的种植修复体系被开发和应用;种植修复中的美学问题得到充分考虑;陶瓷类种植材料因其颜色美观、良好的生物相容性和近似骨组织弹性模量的物理性能,成为关注的热点;骨性结合式种植体应用于颅颌面区,作为支持助听器和膺复体的固位装置,标志着颅颌面软硬组织的缺损修复跨出了革命性的一步。口

腔种植学的历史是生物材料学、口腔种植外科学、修复学、工艺技术和牙周病学等相关学科发展融合的历史,至今已形成了成熟的临床技术,产生了许多

许多的种植系统,口腔种植的基础和临床研究进入了又一个快速发展时期。

(宫 莘)

第三节 口腔种植学的研究概况

一、牙种植体材料的研究

种植材料的研究是口腔种植学发展的基础。种植材料应具有良好的生物相容性、稳定的理化性能且便于加工。在 20 世纪 70 年代早期曾有碳素、铸型尼龙、氧化铝陶瓷及铸钛制作的种植体,但远期临床应用均告失败。微孔钛有良好的生物相容性和生物力学性能,但加工制作困难。20 世纪 80 年代中后期至 90 年代中期,以羟基磷灰石(HA)为代表的生物活性材料涂层钛合金种植体技术的研究很多。目前一般认为 HA 涂层种植体骨界面骨生长快,骨形成多,早期固位好。但也有报道认为,由于存在骨组织-涂层-钛三者之间的两个界面,涂层 HA 的溶解、吸收和剥脱是影响种植体长期成功的重要因素。另有研究表明,HA 涂层钛种植体可作为支抗用于短期的口腔正畸治疗。碳-钛复合材料可提前达到骨结合,生物相容性优良,应用于临床可缩短种植后的无负荷期。

目前钛种植体仍是主流种植系统材料,通过离子喷涂及钛表面酸蚀技术或其他理化方法,如激光蚀刻等方法,使钛种植体表面与骨的接触面积明显增加,可加强种植体与骨的结合力并降低种植体-骨界面的应力,使应力更加分散,有良好的应用前景。迄今,种植体表面涂层及种植体颈缘表面运用纳米抗菌材料的研究依然是国内外的热点,如纳米载银或载钇材料对变形链球菌、血链球菌、黏性放线菌和牙龈卟啉单胞菌的抗菌性能研究。

二、牙种植体种类

1. 圆柱状种植体

圆柱状形态的种植体系统较多,虽然其形态及

制作方法、植入方法各异,但都是在钉、针及螺旋种植体的基础上发展起来的。其形态的差异主要在体部,有的为空管状,管壁上有孔或无孔;有的沿长轴方向制成沟槽或突起的嵴以增加固位力;有的则为阶梯形圆柱状;有的还在体部表面喷涂钛浆或生物陶瓷。

2. 螺旋种植体

螺旋种植体最先由 Formaggini(1948)设计。在形态上,主要为在圆柱(圆锥)实体上车制的阳螺纹,螺纹有单螺纹和双螺纹,螺纹的牙型有三角形和梯形等,有的则在体部前端加工有骨切削槽,使种植体在植入时有自攻丝效应,提高植入效率。现阶段的螺旋种植体多采用在实心圆柱体或锥体上制作螺纹,早期的一些空管状螺旋种植体现在已很少采用。螺旋种植体是目前使用最广泛的骨内种植体。

3. 叶状种植体

叶状种植体(blade implant)首先由 Rabert HD(1967)提出,经 Linkow LI(1968)等人的改进,推出了各种形态的种植体。形态多样的叶状种植体以供不同的种植部位及不同的解剖条件使用。叶状种植体多用钛金属制成,有的喷涂钛浆或喷涂生物陶瓷在其表面。叶状种植体形态多样,包括无孔或有孔叶状种植体、闭口或开口叶状种植体、支叶状种植体、结节状种植体及其他变形体。叶状种植体可用于骨量不足者;其次是表面积大,叶片有孔等特点,有利于种植体与骨组织的结合。但叶状种植体的体部呈叶片状,在长期受到咬合力作用的过程中容易造成种植体颊舌向摆动而引起失败,因此对叶状种植体的长期临床效果评价不甚理想,80 年代

以来,其应用有所减少。

4. 穿下颌种植体

穿下颌种植体(transmandibular implant)最先由 Small IA(1973)提出,适用于下颌牙槽嵴严重萎缩的患者。该种植体由水平板、固位钉和螺纹柱组成。种植体经下颌下缘穿过下颌骨再穿出口腔黏膜,由3~5个固位钉将水平板固定于下颌骨下缘,并附有2~4枚螺纹柱,螺纹柱穿过下颌骨再穿出口腔黏膜,以支持义齿。但由于该种植体的设计还存在一定问题,且患者不易接受该类种植体植入术,因此发展缓慢,尚有待进一步研究。

5. 下颌支支架种植体

下颌支支架种植体(ramus frame implant)由 Vassous DM(1978)首先报道,是一种在下颌升支和下颌联合处植入,主要用于下颌牙槽嵴严重萎缩的下颌种植体。采用该种植体的主要目的是避开下牙槽神经血管束进行种植。目前用的下颌支支架种植体由三段组成,即双桩叶状种植体和双侧各一根长杆。双桩叶状种植体植入下颌前牙区,长杆植入双侧后牙区,长杆的升支端即为种植桩,用螺丝将前牙区的叶片与后牙区的长杆连接。该种植体一般用钛合金或钴铬合金制成。

6. 锚状种植体

锚状种植体(anchor implant)是 Cranin 和 Dennison(1971)首创的一种骨内种植体,它是在叶状种植体的基础上改良设计的。根据种植部位的不同分为9种类型。锚状种植体的颈部较长,避免了叶状种植体植入颌骨后,因肩部容易暴露,造成感染、骨质吸收和上皮下陷的弱点,并通过锚状叶倒凹处形成的新骨增强固位。

7. 钉钉及三脚架种植体

种植体根尖部呈尖状,以方便穿入骨内。种植针、钉可单独使用,也可做成双脚或三脚架式。单针常用于根管内种植。

8. 根管内种植体

形状为针状种植体,用于根管治疗后根管内,

种植体尖端穿过根尖孔进入颌骨内一定的深度,以加强固位作用。

除上述8种形态结构种植体外,还有盘状种植体、骨内固定器种植体,以及用钛纤维丝制成的网状种植体等。在几十年的口腔种植临床应用过程中,虽然出现了各种结构形式的种植体,但是临床实践证实许多类型无法满足牙种植体对力学和骨结合的要求,已逐渐被临床所淘汰。目前种植体有向单一的骨内种植体发展的趋势,其形态也更趋向于单根螺旋形两段式结构,这种结构虽然有利于种植体的精细加工制造和精确快速植入,并能获得较好的初期稳定性,但其形态并非为机体优化设计,且需要较好的剩余骨条件支持。因此种植体仍有较大的发展空间。

三、口腔种植学基础理论的研究

1. 种植体-骨结合理论

种植材料植入宿主骨内,局部骨组织受其影响所产生的反应以及种植材料与宿主骨之间良好的相容性是种植成功的关键。在口腔种植学发展历程中,20世纪60年代末 Brånemark 教授提出的骨性结合理论是一个重要里程碑。骨性结合(osseointegration):即指牙种植体与具有活性的骨组织产生持久性的骨性接触,界面无纤维介入。并将其定义为“负载的种植体表面与周围发育良好的骨组织之间在结构和功能上的直接结合”。骨性结合仍是目前公认的种植体与周围骨组织最理想的结合状态,也是种植成功的标志。1982年在加拿大多伦多召开的“骨性结合种植体”的国际种植学术会议上,Brånemark 的骨性结合理论得到了各国学者的普遍赞同,成为现代口腔种植学的基础理论。目前,研究稳定、持久骨性结合种植体仍是主要的研究方向之一。

牙种植体能否在人体组织中长期存留并行使功能,种植体-骨界面结构性质是关键。由于骨组织结构与形态与其功能密切相关,不同的部位结构不同,其种植体的骨接触率也是不相同的。在骨皮质区域骨接触率高,而在骨松质区域,骨与种植体的接触率较低。有研究表明,种植体植入后,与种植体相邻的界面骨组织发生吸收、新骨形成与改建的

过程。钛与骨组织间既存在物理性结合,也存在化学性结合,周围骨组织呈双向性生长,一种是骨组织从邻近或远离种植体的骨床向种植体表面生长,另一种是新骨组织直接沉积在种植体表面并向骨床生长。骨形成蛋白(BMP)、生理剂量的糖皮质激素、微量元素锌和硒,以及高压氧、直流电等能促进骨生成。有研究发现,植入前后患者血清中碱性磷酸酶活性的改变可能反映了种植体周围新骨形成的速度和成骨量。在种植体唇侧和牙槽骨嵴顶部均有较高的骨接触率,种植体表面的骨接触率为38%~52%。骨整合理论的原始定义仅仅是对种植体-骨界面的一种形态学描述,随着骨整合结构研究的深入,目前认为影响骨整合的因素包括:种植体的表面性质、植入骨孔的制备精度、植入术中骨的热损伤、种植体愈合阶段的负荷、机体的骨代谢情况等。骨整合理论奠定了现代种植学的基础,是种植学最重要的理论之一。经过几十年的发展,骨整合理论已被广泛应用到助听器、指关节修复、断指和断肢修复、颅面部缺损的赈复体修复中。

2. 口腔种植体颈部软组织生物封闭理论

种植体软组织结合界面对于牙种植体的远期效果至关重要。种植体颈部的上皮袖口及其下方的纤维结缔组织和种植体共同构成了穿龈生物封闭结构,具备了阻止口腔污染进入组织的生物封闭功能,种植体周存在一定宽度的附着龈,可防止结合上皮从种植体表面脱离,减少并发症,增进种植体周围软组织的长期健康。有人采用纯钛喷涂制成超薄切片的EPon812钛膜,可直接观察钛与细胞结合的超微结构。研究证实,上皮基底膜提取物Matrgel及其主要成分层粘连蛋白可促进龈上皮细胞在纯钛表面的早期有效附着,其作用机理与龈上皮细胞表面整合素(integrin) α_6 、 β_1 相结合有关。分裂后的龈上皮细胞继续保持对钛表面的附着,说明早期建立上皮附着对于龈上皮种植体的生物学封闭作用是重要的。上皮组织和结缔组织对种植体的保护作用相互影响、相互依赖的。完整的上皮界面可以保护其下的结缔组织免受口腔微生物的侵袭作用。目前认为层粘连蛋白、氨基葡聚糖和纤维粘连蛋白与上皮细胞对种植体的附着有关,上皮

细胞通过分泌细胞外基质成分,继而细胞膜和材料表面之间形成半桥粒介导的附着状态,而细胞外基质成分的分泌是半桥粒结构形成的前提条件。种植体周围的软组织只有上皮下结缔组织内才有大量的毛细血管,而其余结缔组织则多为瘢痕组织,是在愈合过程中形成的,这与天然牙周不同。种植体周围的结缔组织分为两层:内层较致密,富含胶原纤维;外层疏松,富含血管。

由于种植体周围炎(periimplantitis)的发生率较高,口腔微生态与生物封闭的相互关系仍是一个亟待深入研究的问题。龈结合失败或丧失是种植体失败的开始。 G^- 杆菌和螺旋体可能是导致种植体周围炎的重要因素之一。但目前对于种植体周围炎仍无确切有效的治疗方法,牙龈移植或组织工程制造的人工牙龈移植或许是将来的治疗手段之一。

3. 骨内种植体的功能调节

尽管骨整合理论在种植界占据绝对的统治地位,但从种植义齿问世以来,有关种植体骨组织界面的争论就没有停息。许多学者从仿生学的角度提出希望在种植体周围构建具有天然牙周膜结构的界面。尽管目前尚未取得重大突破,但这些研究,从种子细胞选择、支架材料的构建、生长因子的应用及组合方式等方面探讨了在种植体周围构建类牙周膜结构的可行性,为以后的研究铺垫了重要的基础。

在既往研究中,学者们已经从组织学、生物力学、材料学和微生物学等方面对种植体-骨性结合进行了深入的研究。目前,国外学者通过神经生理学和心理学的方法证实了骨整合种植体存在一定的感觉功能,通过一定的刺激,能够诱发动作电位和体感诱发电位,但是种植体的感受阈值明显高于天然牙,约为10~100倍。国内的研究也表明,种植体周围的确存在一定的神经纤维分布,但神经纤维的密度较低,仅为0.03%~0.07%,远低于牙周膜中的分布密度。但是,已有研究显示种植体与天然牙咬合时其主动触觉敏感性与上下颌均为天然牙时敏感性相似。2003年,在悉尼召开的骨感觉(osseoperception)大会上,学者们对骨感觉的定义达成了共识:骨感觉是通过机械刺激骨整合修复体产生

的一种感觉冲动。它由位于肌肉、关节、黏膜、上皮和骨膜等相关组织中的机械感受器产生,并且伴随着中枢神经系统在处理感觉运动功能方面的变化。在种植体周围,Weiner等学者利用神经丝蛋白免疫组织化学染色,发现在种植体周围有神经纤维的分布,主要位于骨髓腔和大的哈弗管中,与正常的骨组织无明显区别。Ysander等也研究证实,在骨结合种植体周围的骨组织中存在 PGP-9.5, GAP-43 和 CGRP 免疫阳性的神经纤维。Wana 就应力对种植体周神经分布的影响进行了研究,结果表明,种植体周围存在一定的神经纤维分布,在修复 3 个月后,神经分布的密度高于未加载组,神经纤维主要位于种植体螺纹的下方。但神经纤维的密度较低,没有明显的感受器结构。有研究表明:不同类型的种植体对神经传导没有影响,光滑钛种植体,二氧化钛涂层和喷砂酸蚀的种植体等均不会对神经传导造成不可复性的影响。对于是否能够刺激种植体产生动作电位研究较少,有学者发现:通过对种植体施加一定的刺激,能够激发动作电位和体感诱发电位,体感诱发电位并非由种植体周的黏膜产生,而是来源于骨组织中的感受器。

有关骨感知及其生理机制、种植体本体感觉传入的来源、传导方式、途径及中枢系统发生的适应性改变等有待进一步的深入研究。这些研究结果将有利于种植体仿生功能的进一步完善。

4. 口腔种植的生物力学

由于牙种植体在颌骨骨组织内形成的特殊界面结构,咬合力的传导方式与天然牙不同,容易造成咬合应力集中,种植体应该具备良好的生物力学相容性。种植生物力学的研究涉及种植体结构力学、界面应力传导机制、种植义齿殆力的传导与缓冲等。口腔生物力学的研究结果不仅可用于种植修复的优化设计,并可预防种植基牙和支持组织受到损伤,预测修复效果。

近年对种植义齿生物力学研究表明,咀嚼运动中种植义齿受载后应力主要集中于种植体颈部皮质骨处,最小应力位于松质骨和种植体中份,压应力出现在颈部附近的皮质骨,而拉应力则出现在种植体下部;侧向力会产生较大的应力峰值,通常为轴向载荷所致应力的 3~4 倍。目前种植体系统主

要围绕种植体颈部、种植体体部以及种植体底部或下缘结构设计进行改进,以有利于种植体周骨组织的重建。研究结果显示:在保证周围骨组织厚度的前提下,适当增加种植体颈部的直径,有利于减少局部应力集中所造成的颈周骨组织吸收。种植体的表面形态对支持组织应力分布有较大影响,圆柱形种植体较圆锥形种植体、带螺纹种植体较光滑种植体,其牙槽骨及骨界面应力值均较小。选用长度较长、直径较大的种植体,有利于减少骨界面的应力分布。此外,种植体的数目、位置及方向对应力分布有明显影响。种植体数目越多,每个种植体上承担的应力就越小。斜向载荷下种植体及其骨组织界面的应力值高于垂直载荷者,且垂直载荷下种植体骨界面的应力分布更均匀,近远中向斜向加载时种植体及其骨组织界面的最大应力值高于舌颊向加载时。种植体周围骨组织的应力随着义齿游离端长度的增加而相应增加,而游离端的种植体远中骨组织压应力增值最为明显。因此,种植义齿游离臂不利于种植体及骨界面应力的均匀分布。

种植体的生物力学相容性包括三个方面:①种植体有足够的强度承受功能载荷,不发生严重变形或断裂破坏;②种植体行使功能时要对周围骨组织产生足够的应力传导,保证骨代谢正常进行;③种植体对周围骨产生的应力传递不能超过生理限度。随着生物力学研究的深入,将有助于了解种植体、修复体和支持组织的应力分布,优化临床设计,防止种植体过载创伤。

5. 口腔种植学临床应用的研究

近十几年种植临床技术有较大发展,包括种植术前诊断技术、外科技术及修复技术。其中术前诊断技术包括数字化影像诊断技术,如数字化曲面体层 X 线片、螺旋 CT、锥形束 CT(Cone Beam CT, CBCT)、曲面立体 CT、MRI、数字减影技术等。三维重建技术、精确模板制作技术、计算机导航技术等是近年来研究的热点,临床已广泛应用。外科技术则以种植术式、种植体周的骨整复技术、种植相关的软组织美学处理、特殊部位和结构的种植技术等方面逐渐成熟完善。

牙槽骨牵张成骨、上颌窦提升术、颧弓种植体植入术、骨劈开术、骨挤压术、引导骨再生和植骨术