

卫生部“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材
全国高等学校教材

供口腔医学类专业用

口腔生物学

第 4 版

主 编 边 专 副主编 王松灵



含实验教程



附光盘



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

本书是“十二五”规划教材，是教育部
《全国高等学校口腔医学专业本科教育
指导规范》的配套教材
供口腔医学专业及相关专业使用

口腔生物学



主编 周学东 副主编 王福军



人民卫生出版社

卫生部“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材
全国高等学校教材
供口腔医学类专业用

口腔生物学

第 4 版

■主 编 边 专

■副主编 王松灵

■编 者 (以姓氏笔画为序)

王佐林 (同济大学口腔医学院)

王松灵 (首都医科大学口腔医学院)

边 专 (武汉大学口腔医学院)

李继遥 (四川大学华西口腔医学院)

李翠英 (北京大学口腔医学院)

胡 雁 (中山大学光华口腔医学院)

段小红 (第四军医大学口腔医学院)

贾 荣 (武汉大学口腔医学院)

黄正蔚 (上海交通大学口腔医学院)

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

口腔生物学/边专主编. —4版. —北京:人民卫生出版社, 2012. 6

本科口腔含实验教程附光盘

ISBN 978-7-117-15851-0

I. ①口… II. ①边… III. ①口腔科学-生物学-高等学校-教材 IV. ①R780.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 086476 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

口腔生物学

第 4 版

主 编: 边 专

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: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京铭成印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16 插页: 4

字 数: 389 千字

版 次: 2000 年 4 月第 1 版 2012 年 6 月第 4 版第 14 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-15851-0/R · 15852

定价(含光盘): 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销售中心联系退换)

全国高等学校第七轮口腔医学专业本科卫生部规划教材

出版说明

1977年,卫生部召开了教材建设工作会议,会议决定启动全国高等医学院校口腔医学专业本科卫生部规划教材编写工作。第1轮全国高等医学院校口腔医学专业本科卫生部规划教材共3种,即郑麟蕃主编《口腔内科学》、张锡泽主编《口腔颌面外科学》、陈安玉主编《口腔矫形学》。1987年,在卫生部教材办公室领导下,开展了第2轮全国高等医学院校口腔医学专业本科卫生部规划教材修订工作,出版了口腔医学本科教材共5种,增加了《口腔解剖生理学》、《口腔组织病理学》2种。三十五年来,在卫生部领导下,在全国高等学校口腔医学专业教材评审委员会的指导下,口腔医学本科教材经历了6轮修订,品种不断优化完善、内容不断丰富经典、形式不断创新精湛、质量不断精益求精,已打造成为我国唯一一套长期用于我国高等口腔医学院校教学的历史最悠久、内容最权威、结构最优化、形式最经典、质量最上乘的口腔医学专业本科精品教材。

2007年出版的第6轮教材全国高等学校口腔医学专业本科卫生部规划教材中,有14种被评为教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材,全套教材被评为卫生部“十一五”规划教材。

为了全方位启动国家“十二五”规划教材建设工作,经过一年多的调研,在卫生部领导下,全国高等学校口腔医学专业教材评审委员会和人民卫生出版社于2010年启动了本套教材第7轮修订工作,得到全国高等口腔医学本科院校的积极响应。经过近200位编委一年多的辛勤努力,全国高等学校第7轮口腔医学专业本科卫生部规划教材现成功付梓,本套教材有以下特色和创新:

1. 本套教材共15种,涵盖口腔医学基础与临床医学全部主干学科。读者对象为口腔医学5年制本科学学生,也可作为7年制、8年制等长学制学生本科阶段参考使用,是口腔执业医师资格考试推荐参考教材。

2. 坚持“三基、五性、三特定”的原则,教材的内容丰富,理念先进,选材严格,论述严谨,深浅适宜,重点突出,充分考虑了本科生教学的需要,符合教学大纲要求。

3. 本着“老师好教,学生好学,临床好用”的原则,内容结构形式进一步完善,增加“提要”和“思考题”,对复杂疑难的临床或基础理论概念深入浅出,增加图、表或典型病例等形式,基础理论适当与临床实际结合,充分考虑学生的心理特点,更适合学生学习。

4. 教材内容较上版更新10%~30%,在提高教材精炼性的同时,介绍学科前沿的新知识、新理念,严格控制字数。

5. 注意全套教材的整体优化,各门教材的相关内容循序渐进,有机衔接,既防止脱节,又避免不必要的重复,同时注意学科间交叉与联系。

6. 为加强学生实践能力的同步培养,本轮教材将上版《口腔医学实验教程》及其附册内容作为教学重要内容分别放在每本教材中编写,使各学科理论与实践在一本教材中有机结合,方便开展实践教学工作,强化了实践教学的重要性。

7. 充分体现立体化教材的特色,13种教材配随书教学光盘,内容以教学幻灯,视频或动画,课外阅读资料为主,丰富了教材内容,辅助教师教学,提高学生学习效率。

8. 本轮编写了13种同步配套教材《学习指导和习题集》,帮助学生更好掌握知识点。其他配套教材有《石膏牙雕刻训练教程》、《口腔颌面外科临床手册》。

9. 全套教材双色印刷,其中6种教材全部彩图随文编排,铜版纸印刷。形式活泼,重点突出,印刷精美。

全套教材(含实验教程和配套教学光盘)于2012年秋季出版发行,配套教材《学习指导和习题集》与主教材同步出版。

为进一步提高教材质量,请各位读者将您对教材的宝贵意见和建议发至全国高等学校口腔医学专业本科卫生部规划教材专用邮箱 kouqiangjiaocai@126.com,以便我们及时勘误,同时为下一轮教材修订奠定基础。衷心感谢您对我国口腔医学本科教育工作的关心和支持。

全国高等医药教材建设研究会

人民卫生出版社

2012年7月

第七轮教材目录

教材名称	版次	主编	副主编
口腔解剖生理学(含实验教程附光盘)	第7版	王美青	何三纲
口腔组织病理学(含实验教程附光盘)	第7版	于世凤	
口腔颌面医学影像诊断学(含实习教程附光盘)	第6版	马绪臣	
口腔生物学(含实验教程附光盘)	第4版	边 专	王松灵
口腔临床药理学(附光盘)	第4版	史宗道	王晓娟
口腔材料学(含实验教程附光盘)	第5版	赵信义	孙 皎
口腔颌面外科学(含实习教程附光盘)	第7版	张志愿	俞光岩
口腔修复学(含实习教程附光盘)	第7版	赵铤民	陈吉华
牙体牙髓病学(含实习教程附光盘)	第4版	樊明文	周学东
牙周病学(含实习教程附光盘)	第4版	孟焕新	
口腔黏膜病学(附光盘)	第4版	陈谦明	
口腔正畸学(含实习教程)	第6版	傅民魁	
儿童口腔医学(含实习教程附光盘)	第4版	葛立宏	
口腔预防医学(含实习教程附光盘)	第6版	胡德渝	
验学(含实习教程)	第3版	易新竹	

配套教材目录

口腔解剖生理学学习指导和习题集
石膏牙雕刻训练教程

口腔组织病理学学习指导和习题集

口腔颌面医学影像诊断学学习指导和习题集

口腔生物学学习指导和习题集

口腔临床药理学学习指导和习题集

口腔材料学学习指导和习题集

口腔颌面外科学学习指导和习题集

口腔颌面外科学临床手册

口腔修复学学习指导和习题集

牙体牙髓病学学习指导和习题集

牙周病学学习指导和习题集

口腔黏膜病学学习指导和习题集

儿童口腔医学学习指导和习题集

口腔预防医学学习指导和习题集

全国高等学校口腔医学专业

第四届教材评审委员会名单

顾 问 邱蔚六 傅民魁 王大章 王 兴 石四箴
皮 昕 刘 正 卞金有 陈治清 王嘉德

名誉主任委员 樊明文 武汉大学口腔医学院

主 任 委 员 周学东 四川大学华西口腔医学院

委 员 (以姓氏笔画为序)

牛玉梅 哈尔滨医科大学口腔医学院

王 林 南京医科大学口腔医学院

王佐林 同济大学口腔医学院

王松灵 首都医科大学口腔医学院

王慧明 浙江大学口腔医学院

艾红军 中国医科大学口腔医学院

边 专 武汉大学口腔医学院

孙宏晨 吉林大学口腔医学院

余占海 兰州大学口腔医学院

张志愿 上海交通大学口腔医学院

张连云 天津医科大学口腔医学院

杨丕山 山东大学医学院

俞光岩 北京大学口腔医学院

赵铤民 第四军医大学口腔医学院

凌均棨 中山大学口腔医学院

郭传瑛 北京大学口腔医学院

秘 书 于海洋 四川大学华西口腔医学院

第4版前言

口腔生物学是口腔医学的基础学科,是从生物学角度解析口腔医学中科学问题的学科。口腔生物学是一门较年轻的学科,其内涵较宽广,是多门生物医学基础学科集锦,无明确或公认的学科边界。与临床医学一样,口腔医学也是以生物学、基础医学、材料学等基础学科发展为基础,因此口腔生物学引入口腔医学课程体系成为必然与共识,最初于1986年版《口腔内科学》中设置了“口腔疾病发生的生物学基础”一章,经过十余年的实践与丰富,口腔生物学终于从2000年开始成为一部独立的教材。

随着生物医学科学与技术的发展,口腔生物学内涵不断扩展,《口腔生物学》教材从第1版到此次第4版内容的更迭与丰富就体现了本学科的发展与更新。作为基础医学与口腔临床医学的桥梁课程,本教材结合口腔组织、器官功能特点、生理机制、口腔内生态及常见口腔疾病的病因、发病机制,经过多版次的思考与修改形成了以微生物学、生物化学、免疫学、分子生物学、骨组织生物学及口腔细胞培养及应用的内容框架,通过近几年的教学实践及意见反馈看,内容与深度基本符合五年制口腔医学专业学生学习与理解。

根据编写内容调整及各院校推荐,第4版编委会组成成员进行了扩充和调整,增加了更多活跃在科学研究及教学一线、经验丰富的专家,在编写的过程中始终坚持“三基”(基础理论、基本知识、基本技能)、“五性”(思想性、科学性、先进性、启发性、适用性)的编写原则。

第4版除在内容上增加一些近年逐渐成熟的新理论、新方法外,同时在每章前增加“提要”以便读者了解本章节主要内容与重点。还制作了配套光盘,增加图片,以幻灯片形式方便教学,提高学习效率。

在教材编写、定稿过程中,得到武汉大学口腔医学院、中山大学光华口腔医学院及各兄弟院校的大力支持,在此表示诚挚的感谢!

我们力求第4版教材能在内容上、形式上有所改进,以更好地适应口腔医学专业五年制本科教学的需要,恳请广大师生和读者对本书的不足或缺点不吝指教,以便在下一次修订时完善。

边 专

邮箱: bz@whuss.com

2012年1月

目 录

第一章 口腔微生物学	1
第一节 口腔生态系及其影响因素	1
一、生态系和生态学	1
二、口腔生态系	2
三、口腔生态系的影响因素	2
第二节 牙菌斑与生物膜	7
一、牙菌斑生物膜的形成	8
二、牙菌斑生物膜的分类	11
三、牙菌斑生物膜的成分	11
第三节 口腔正常菌丛	12
一、口腔正常菌丛的来源与类型	12
二、口腔正常菌丛成员	13
三、其他微生物群	31
第四节 口腔生物膜疾病与微生物的关系	33
一、龋病相关微生物群	34
二、牙周病相关微生物群	36
第二章 口腔生物化学	42
第一节 牙及周围组织的化学组成	42
一、釉质	42
二、牙本质和牙骨质	45
三、牙周组织	47
四、口腔黏膜组织	49
第二节 唾液及龈沟液的生物化学	51
一、唾液的生物化学	51
二、龈沟液的生物化学	57
第三节 牙菌斑的生物化学	59
一、牙菌斑内主要物质代谢	59
二、牙菌斑内矿物质的转换	71
第四节 牙体硬组织的生物矿化	73

一、生物矿化组织的组成结构	74
二、生物矿化的机制	75
三、釉质与牙本质的生物矿化	78
四、氟对牙体硬组织生物矿化的影响	79
五、再矿化与仿生矿化	80
第三章 口腔疾病分子生物学	83
第一节 分子生物学基础	83
一、概述	83
二、基因	83
三、基因表达	85
四、基因表达的调节	88
第二节 分子生物学研究的基本方法	90
一、分子克隆的材料与方法	90
二、分子克隆的主要步骤	93
三、特异核酸的检测	93
第三节 牙发生的分子机制	98
一、釉质形成的分子机制	98
二、牙本质形成的分子机制	101
第四节 分子生物学在口腔致病菌研究中的应用	105
一、变异链球菌属致龋毒力因子	105
二、核酸杂交法检测牙周病相关细菌	109
三、基于 16S rRNA 基因分析的口腔微生物分类与鉴定	111
第五节 口腔遗传病生物学基础	112
一、遗传疾病的分类	112
二、单基因遗传病研究中的几个概念	112
三、基因多态性与突变	114
第六节 口腔肿瘤分子生物学	118
一、细胞增殖与细胞凋亡	118
二、口腔肿瘤发生的分子机制	118
三、口腔肿瘤转移的分子机制	119
四、口腔肿瘤相关基因的筛选与功能研究策略	120
第四章 口腔免疫学	123
第一节 口腔防御系统	123
一、唾液防御	123
二、口腔黏膜防御	124

三、口腔淋巴组织	126
四、口腔免疫应答特点	127
第二节 龋病与免疫	128
一、龋病与免疫的关系	128
二、致龋菌主要抗原物质	128
三、免疫防龋的研究	129
第三节 牙髓病及根尖周病与免疫	132
一、牙髓病的免疫病理特点	132
二、根尖周病的免疫病理特点	133
第四节 牙周病与免疫	134
一、牙周病概述	134
二、牙周病的致病菌斑	135
三、牙周病的免疫学发病机制	135
四、牙周病的免疫病理过程	137
第五节 口腔黏膜病与免疫	138
一、疱疹性口炎	138
二、口腔念珠菌病	139
三、过敏性口炎	139
四、扁平苔藓	140
五、复发性口疮	140
六、白塞病	141
七、慢性盘状红斑狼疮	141
八、寻常天疱疮和大疱性类天疱疮	141
九、舍格伦综合征	142
十、获得性免疫缺陷综合征	142
第六节 口腔肿瘤与免疫	144
一、肿瘤抗原	144
二、抗肿瘤免疫的效应机制	144
第七节 口腔移植免疫	145
一、移植抗原	145
二、移植免疫反应和排斥机制	146
三、移植免疫反应的类型	146
四、骨移植	147
五、牙移植	147
第八节 口腔免疫学研究的主要方法	148
一、流式细胞术	148
二、酶联免疫吸附试验	150

三、免疫印迹技术	151
四、免疫荧光	151
第五章 口腔骨组织生物学	155
第一节 骨的生物学基础	155
一、骨组织的生物学特征	155
二、骨组织的细胞成分	156
三、骨基质成分	160
第二节 口腔骨组织及相关组织的生物学特征	161
一、牙槽骨	161
二、牙周膜	162
三、牙骨质	163
第三节 口腔骨组织改建	164
一、骨组织改建的生物学特征	164
二、骨改建的影响因素	164
三、力学刺激与骨改建	166
四、口腔骨改建的特征和重要性	168
第四节 口腔颌骨疾病的生物学基础	168
一、代谢性骨病的生物学基础	168
二、遗传性骨病的生物学基础	170
三、颌骨骨源性肿瘤的生物学基础	171
第五节 口腔种植学的生物学基础及临床应用	173
一、骨结合理论	173
二、骨增量技术的生物学基础	174
三、骨增量技术的临床应用	176
第六节 颅面骨组织变化研究的主要方法	177
一、生长发育预测	177
二、临床指标检测	178
第六章 口腔细胞培养及其应用	180
第一节 细胞培养	180
一、细胞培养的基本原理	180
二、细胞培养的基本方法	185
第二节 口腔医学中相关细胞培养及其特点	189
一、牙齿相关细胞	189
二、唾液腺细胞	193
三、口腔黏膜细胞	195

四、颌骨相关的硬组织细胞	195
五、口腔肿瘤细胞	197
第三节 细胞培养在口腔再生医学中的应用	200
一、组织工程的基本原理	200
二、口腔组织特有的干细胞	201
三、再生医学技术在口腔医学中的应用	202
第四节 口腔生物学其他研究方法	204
一、基因芯片、蛋白芯片和组织芯片	204
二、蛋白质组学	206
三、生物信息学	207
四、模式生物学	207
五、系统生物学	207
第七章 口腔生物学实验教程	210
第一节 口腔微生物学实验	210
实验一 菌斑的采集、染色和观察、分类	210
实验二 变异链球菌的分离和鉴定	212
实验三 细菌代谢酸的测定	218
实验四 细菌细胞外葡聚糖的测定	219
实验五 菌斑中 pH 的测定	221
第二节 口腔生物化学实验	222
实验六 龈沟液中碱性磷酸酶活性的测定	222
实验七 唾液钙和磷含量的测定	224
实验八 唾液分泌情况的测定	226
第三节 口腔疾病分子生物学实验	228
实验九 以釉原蛋白基因进行性别鉴定	228
第四节 骨组织生物学和口腔细胞培养	231
实验十 成骨细胞的分离培养	231
实验十一 破骨细胞的分离培养	233
实验十二 MTT 法检测细胞活性	235
实验十三 肿瘤细胞迁移实验(细胞划痕法)	236
实验报告模板	239
中英文名词对照索引	240

第一章

口腔微生物学

[提要]

本章主要介绍口腔微生态,以及这一生态环境的主体——微生物在疾病发生发展中的作用。通过本章的学习,应了解口腔生态系的影响因素,同时还应掌握牙菌斑生物膜的概念,口腔中的微生物是以生物膜这一生态形式而存在的,重点了解牙菌斑生物膜的结构及其组成,了解生态平衡对维持口腔健康的作用,熟悉常见的口腔微生物,了解不同微生物在疾病发生发展中的地位。

第一节 口腔生态系及其影响因素

一、生态系和生态学

生物之间、生物与其环境之间的相互关系称为生态系(ecosystem)。研究生物与其环境的相互依赖和相互制约的科学为生态学(ecology)。随着分子生物学的进展,其先进技术亦被应用于生态系的研究,1985年 Volker Rush 明确提出细胞水平或分子水平的生态学为微生态学(microecology)。

在生态系的范畴中,环境是与生物体密不可分的。环境指生物体周围许多不同复杂程度的实体,其范围大者可包括森林、湖泊等大环境,小者可局限于生物体内的微环境,如牙龈沟内的上皮表面。生态系建立的中心原则是生物体对其赖以生存的环境的适应与改建,例如最先定植的菌种为先锋菌,先锋菌定植后改变了环境,为后继定植的细菌创造了定植条件,使之能存活于新环境中。生物体(或细菌)栖息在一个变化的环境中的过程称为生态连续(ecological succession)。该过程在不同的小生境(niches)中继续演化就可组成一个多种多样的复杂的生物群(菌群),环境条件亦渐趋于稳定,具体表现为菌属数和组成比无明显改变,这一稳定现象将持续到环境中另一个干扰因素出现为止,处于这种状态下的生物群体称为极期群落(climax community)。在此期间生态系中的成员之间呈相当稳定的平衡,各成员与其所处的环境之间呈动态平衡。极期群落的组成主要取决于环境条件和可利用食物的供给,以及各种成员对食物的竞争。自然条件的变化,可利用食物的量或物理、化学的变化均可干扰或破坏这一平衡,其结果是建立另一个新的具有不同特性的生态系。在口腔微生物学中,生态连续是个重要的概念,牙菌斑形成和成熟的过程就是生态连续的典型范例。

二、口腔生态系

人类与许多细菌保持着永久而亲密的联系,人体皮肤与黏膜表面寄居着数以亿万计的细菌,这些寄生在健康人体各特殊部位或表面的生物群被称为正常菌丛(normal flora),或固有菌丛。正常菌丛中的成员被称为常居菌或固有菌。迄今尚无关于人体内固有菌丛精确数量的报道,据保守估计,其总数多于人体细胞总数,人体总细胞数约为 10^{14} 个,而其中真核细胞即真正意义上的人体细胞数仅约为 10^{13} 个,其余约占 90% 的细胞即为寄生于人体的各种固有菌细胞,这些常居菌中的大多数寄居在口腔、肠道中。口腔正常菌丛之间以及它们与宿主之间相互依存共同构成了口腔生态系(oral ecosystem)。许多正常菌丛与宿主之间呈动态平衡(dynamic equilibrium),这种平衡对于保持宿主的健康非常重要。一般正常菌丛对机体具有双重作用:在一定环境中,当机体与正常菌丛之间保持着相互平衡的状态时,正常菌丛对宿主起着有益的作用;当环境中的某些因素(如放射线照射、过量激素的应用、抗生素的长期使用等)干扰到这一平衡状态,由此而导致的生态群落失调就会为菌群提供危害机体的机会,这些原来无致病性的或毒力很弱的细菌,遂成为机会致病菌而引起内源性感染疾病,如长期服用抗生素所致的葡萄球菌假膜肠炎、口腔中的念珠菌病等。

正常菌丛是人体非特异性免疫因素之一。一般情况下,外来致病菌侵入人体必须突破三个防御屏障,即健康的皮肤和黏膜为保护机体免受外源细菌侵袭的物理屏障;人体的各种分泌液如唾液、泪液、乳汁的杀菌作用可作为化学屏障;正常菌丛对外来细菌的拮抗作用则为人体的生物屏障。对生物屏障的确切机制尚未洞悉,但许多学者认为,这种拮抗作用是以各菌种、属、群组间的竞争为表现形式,以宿主的体液和细胞介导的反应为机制。值得注意的是,在宿主体内不同部位的菌丛是不同的,但在不同个体中同样的部位上菌丛的组成是基本相似的,因此可以对各不同部位按其特征给正常菌丛命名,如鼻咽菌丛、小肠菌丛、皮肤菌丛等。

三、口腔生态系的影响因素

根据固有菌丛的分布和生理学、形态学的不同,可将口腔分为四个主要的生态系:①颊黏膜上皮生态系;②舌背部生态系;③龈上菌斑生态系;④龈下菌斑生态系。每个生态系各有其特定的影响因素,这些因素决定了居于其中的菌丛类型。例如颊黏膜上皮和舌背部的组织结构不同,寄居于其上的菌丛所处的微环境亦各异,故分属于这些不同生境中的微生物种群组成也各不相同,例如舌背上的革兰阳性纤毛菌比颊黏膜上皮多,而颊黏膜上皮表面的革兰阳性链球菌则显著多于舌背部。又如龈上与龈下环境的差异更明显,龈上环境暴露在唾液中,时常受到唾液和含氧液体的冲洗,加之咀嚼时的机械力,使细菌在牙面上的附着受到一定程度的影响;而龈下环境是沐浴在富含营养物质的龈沟液中,且在牙周袋这一盲袋中基本很少经受大量液体的冲洗或咀嚼力的冲击,而使某些细菌的生存受到保护,尤其是附着在龈沟上皮的厌氧球菌和短杆菌。这些特殊性因不同的微生物栖息并适应于各自不同的环境而体现出来。决定不同微生物能在不同口腔生态系中生存的因素称为口腔生态系决定因素。这些因素可分为四大类:①物理化学因素;②宿主固有因素;③细菌因素;④宿主可控制因素。其中前三类属于不可控制的因素。

(一) 物理化学因素

所有的环境都有其物理和化学的特征,这些特征包括温度、氧张力、pH、营养物质的可利用性等。口腔环境的特点之一是这些因素在口腔内不同生境间可呈现出明显的变化,甚至在同一小生境中经相对短暂的时间其物理化学因素亦可出现急剧的变化,这些特征均增加了口腔生态环境的复杂性。口腔中存在着各种不同的表面,并且有其不同的特征,如黏膜表面就有舌、牙龈上皮、龈沟上皮、颊上皮和腭上皮等几种不同类型;硬表面有釉质、牙本质、牙骨质和用于修复的各种不同材料等几种不同类型,这些表面的局部解剖、组织结构和化学特性对于细菌在口腔中的定植选择起着较大的作用。

1. 温度 按照微生物生长的适宜温度范围,可将微生物分为三类:①嗜冷微生物(psychrophilic microorganism),为在 25℃ 以下能生长的微生物;②嗜热微生物(thermophilic microorganism),为在 45℃ 以上能生长的微生物;③嗜温微生物(mesophilic microorganism),为在 25~37℃ 中适宜生长的微生物。自然界中大多数微生物属于嗜温微生物,口腔内微生物亦在此范畴中。细菌对温度的要求比较严格,某些微生物的代谢特性随温度变化而不同。但口腔菌丛对温度变化却具有一定的适应能力。虽然口腔中的平均温度为 37℃,但口腔内各区域的温度并不完全相同,在黏膜表面和人工修复的牙冠上,过冷或过热的饮食可使局部温度呈较大幅度的变化,如吃冰淇淋时,与冰淇淋接触的表面可呈 5℃,而喝热饮料时与其接触的表面温度可快速上升至 55℃ 左右,在冷热变化之间,几秒钟内表面的温度差几乎达 60℃。但事实证明口腔菌丛,尤其是黏膜表面和龈上菌斑中的细菌,在短时间内能够经受得住如此大幅度的温度变化。

2. 氧张力 细菌的生长需要气体如氧和二氧化碳,其中氧最为重要,细菌代谢所需的能量主要来源于其生物氧化作用,细菌获取能量的基质,亦即生物氧化的底物主要是糖类,通过糖的氧化得到能量,并以高能磷酸键(ADP、ATP)的形式储存能量。细菌在有氧或无氧条件下均可进行生物氧化,以无机物为受氢体的生物氧化过程称为呼吸,其中以游离氧为受氢体者称需氧呼吸,以其他无机化合物如硝酸盐、硫酸盐为受氢体者称厌氧呼吸;以各种有机物为受氢体者称发酵,厌氧呼吸和发酵均需在无氧条件下进行。

一般,可根据细菌对氧的敏感程度进行细菌分类:①绝对需氧菌(obligate aerobes):需要游离氧作为受氢体(亦即电子受体),无氧就不能生长的细菌。②绝对厌氧菌(obligate anaerobes):为在无氧环境中发酵生长,氧可抑制或杀灭的细菌。③兼性厌氧菌(facultative anaerobes):为在合适的碳或其他能源存在时可在有氧或无氧中生长。亦即当环境中存在氧时,它们可利用氧而生存,当环境中氧缺乏时,它们可靠厌氧发酵生存,这时其电子受体不是氧而是可利用的发酵底物。④耐氧厌氧菌(aerotolerant anaerobes):耐氧,但不利用氧进行代谢作用,也能在厌氧和需氧的两种环境中生存。⑤微嗜氧菌(microaerophiles):也称微需氧菌。这类细菌的生长需氧,但所需氧的浓度比正常低些,对需氧菌生长适合的浓度,对这类细菌抑制。口腔菌丛的主要成员为微需氧菌、兼性厌氧菌和厌氧菌。

口腔各个部位氧的浓度呈现很大差别,如舌背部和颊腭黏膜主要为有氧环境,化学性营养物质在这样的环境中可被氧化分解,从而支持依靠环境中氧化而摄取能量的需氧菌生长;牙周袋内氧张力相当低,为乏氧环境,有利于依靠营养物质无氧酵解而摄取能量的厌氧菌生存。

口腔不同部位其氧化还原电势(oxidation-reduction potential, Eh)也不同,舌前部表面的氧张力为 16.4%,后部表面为 12.4%,上颌颊皱褶为 0.3%。健康龈沟的氧化还原电势约