

口腔生态学

主编 周学东 胡涛

0.2
41
0565

军事医学科学出版社

口腔生态学

主 编 周学东 胡 涛
编 委 肖晓蓉 李继遥 高 宁
丁 一 周学东 胡 涛

军事医学科学出版社
·北 京·

内 容 简 介

口腔生态学作为生态学的重要分支学科,是口腔生物学的主要内容之一,是现代口腔医学的一门新兴的专业基础学科。本书较全面、系统地论述了口腔生态系与口腔生态区的建立、维持和影响因素;口腔生态平衡、生态失调及其与口腔健康和疾病的关系;口腔疾病的生态防治和各种临床口腔疾病治疗方法对口腔生态系的影响;口腔生态系的研究方法和相关微生物学的知识。本书突出口腔生态平衡和失调在一定条件下可相互转换这一基本概念,强调临床医务人员注意保护和维持口腔生态系平衡的重要性。适用于口腔医学的本科生、研究生以及高级口腔临床医师参考。

图书在版编目(CIP)数据

口腔生态学/周学东、胡涛主编.-北京:军事医学科学出版社,2000.2

ISBN 7-80121-209-6

I.口… II.周… III.口腔科学:生态学 IV.R78

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第68006号

* *

军事医学科学出版社出版

(北京太平路27号 邮政编码:100850)

新华书店总店北京发行所发行

潮河印刷装订厂印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:6.5 字数:156千字

2000年2月第1版 2000年2月第1次印刷

印数:1~3500册 定价:9.50元

(购买本社图书,凡有缺、损、倒、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

口腔生态学(Oral Ecology)是生态学的重要分支学科,是口腔生物学的主要内容之一,是现代口腔医学的一门新兴的专业基础学科。口腔生态学主要研究口腔生态系(局部)与全身之间、口腔内小生态区与口腔生态系之间、口腔各个小生态区之间和生态区内的相互作用(平衡和失调),从全新的角度研究口腔常见病、多发病的发生机理和生态防治的理论和方法。

本书是作者在多年研究积累的基础上,参考了近年来国内外的大量研究成果和进展撰写完成。在内容上力求全面、系统、新颖和紧密联系临床实践,主要涉及以下四方面的内容:①口腔生态系、口腔生态区的建立、维持和影响因素;②口腔生态平衡、生态失调及其与口腔健康和疾病的关系;③各种口腔临床治疗方法对口腔生态系的影响和口腔疾病的生态防治;④口腔生态学的研究方法和相关微生物学的知识。在内容安排和写作上,作者尽力突出和强调口腔生态平衡和失调在一定条件下可相互转换这个基本概念,以使广大口腔医务工作者在临床工作中,注意保护和维持口腔生态系平衡,并为进一步探索口腔疾病的生态防治方法及其在临床的应用奠定坚实的理论基础。该书的口腔微生物名称以1999年4月全国首届口腔微生物命名小组通过的《口腔微生物名称》为准。

本书的主要读者对象是口腔医学的本科生、研究生,也可作为高级口腔临床医师的专业参考书。

虽然我们在编写过程中力争较准确、全面地反映口腔生态学的基础理论、最新进展,但由于口腔生态学的研究在国内外开展时间不长,许多方面尚处于起步阶段,相关研究,如口腔治疗方法对口腔生态系的影响、生态防治在临床的具体应用等的报道和文献较少;同时由于时间仓促和我们的水平有限,错误和遗漏在所难免,敬请各位同行批评指正。

编 者
于华西医科大学
1999年3月

目 录

第一章 绪论	(1)
一、口腔生态学的概念	(1)
二、口腔生态学的研究意义	(1)
三、口腔生态学与其他学科的关系	(2)
四、口腔生态学的应用前景	(2)
第二章 口腔生态系	(3)
第一节 口腔生态系的组成	(3)
一、口腔生态环境	(3)
二、口腔生态环境的决定因素	(4)
三、口腔生态环境的特点	(5)
四、口腔微生物群	(7)
五、特定口腔生态区的特点	(7)
第二节 口腔微生物的建立和演替	(8)
一、口腔微生物的建立	(8)
二、口腔微生物的演替	(8)
第三节 影响口腔生态系的因素	(9)
一、其他生态系对口腔生态系的作用	(9)
二、食物(碳水化合物)的作用	(9)
三、唾液的作用	(10)
四、细菌间的相互作用	(10)
五、粘附的作用	(11)
第三章 口腔生态系的生态学基础	(13)
第一节 口腔生态系的微生物基础	(13)
一、口腔正常微生物群	(13)
二、口腔正常微生物群的生态学特点	(15)
第二节 口腔生态系的动力学基础	(20)
一、能量流	(20)
二、物质流	(21)
三、信息流	(21)
第四章 牙菌斑微生态系	(23)
第一节 牙菌斑微生态系的建立	(23)
一、获得性膜形成的生态学特点	(23)
二、牙菌斑形成和维持的生态学特点	(25)
第二节 牙菌斑内物质代谢活动的生态学特点	(26)
一、牙菌斑内的主要代谢活动	(27)
二、牙菌斑内的代谢活动对口腔生态环境的影响	(28)

第三节 牙菌斑和宿主间的相互关系	(30)
一、牙菌斑和口腔生态系的关系	(30)
二、牙菌斑和特定口腔生态区的关系	(30)
三、调节牙菌斑生态平衡的生态因子	(32)
第五章 口腔生态平衡	(35)
第一节 口腔生态平衡的定义及判断标准	(35)
一、定义	(35)
二、口腔生态平衡的判断标准	(35)
第二节 影响口腔生态平衡的因素	(36)
一、宿主因素	(36)
二、微生物因素	(37)
三、其他因素	(38)
第三节 口腔生态平衡的意义	(39)
一、口腔生态系的生态平衡意义	(39)
二、特定口腔生态区的生态平衡意义	(39)
第六章 口腔生态失调	(40)
第一节 口腔生态失调的定义及判断标准	(40)
一、定义	(40)
二、口腔生态失调的判断标准	(40)
第二节 影响口腔生态失调的因素	(42)
第三节 口腔生态失调的意义	(43)
一、口腔生态系的生态失调意义	(43)
二、特定口腔生态区的生态失调意义	(43)
第七章 口腔临床生态学	(44)
第一节 修复材料对口腔生态系的影响	(44)
一、修复材料对口腔微生物的影响	(44)
二、修复材料的生态学要求	(46)
第二节 口腔治疗方法对口腔生态系的影响	(46)
一、药物治疗对口腔生态系的影响	(46)
二、牙体牙周手术对口腔生态系的影响	(48)
三、戴用义齿或矫治器对口腔生态系的影响	(49)
四、外科手术对口腔生态系的影响	(51)
第三节 种植义齿修复与口腔生态环境	(52)
一、种植体周的微生物学	(53)
二、口腔微生物在种植体周炎中的作用	(54)
三、种植体周炎的预防和治疗	(55)
第八章 口腔疾病的生态防治	(57)
一、生态防治的定义	(57)
二、生态防治的基本原则	(57)

三、生态防治的主要措施、途径和方法	(57)
四、戴用可摘局部义齿的生态防治观点	(58)
第九章 口腔微生物及其生态学的研究方法	(60)
第一节 口腔微生物生态学的研究方法	(60)
一、口腔微生物的分离鉴定	(60)
二、口腔细菌的定位、定性和定量分析	(60)
三、细菌生长速率和生态因子的测定	(61)
四、微生物相互关系的测定	(63)
第二节 口腔常见微生物	(64)
一、葡萄球菌属	(64)
二、链球菌属	(65)
三、消化链球菌属	(66)
四、奈瑟菌属	(67)
五、韦荣菌属	(67)
六、放线菌属	(68)
七、罗氏菌属	(69)
八、乳杆菌属	(69)
九、二氧化碳噬纤维菌属	(70)
十、普氏菌属	(70)
十一、卟啉单胞菌属	(72)
十二、梭杆菌属	(73)
十三、螺旋体	(73)
十四、其他常见口腔微生物	(74)
第三节 口腔细菌新种及分类位置变动	(74)
一、卟啉单胞菌属	(76)
二、普氏菌属	(76)
三、二氧化碳噬纤维菌属	(77)
四、双歧杆菌属	(78)
五、优杆菌属	(79)
六、放线菌属	(80)
七、乳杆菌属	(81)
八、链球菌属	(82)
九、口腔金氏菌	(83)
十、密螺旋体属	(84)
附录 口腔微生物名称	(85)
参考文献	(93)
汉英索引	(95)

第一章 绪 论

口腔生态学(Oral Ecology)是生态学的一个分支学科,也是口腔医学基础学科中的一门新兴学科。掌握口腔生态学的基本知识,对于认识口腔疾病的发生机理,研究有效的防治措施是十分有益的。

一、口腔生态学的概念

生态学是生命科学的一个分支,是研究生物与其环境间、以及生物彼此间相互关系的一门学科。按生物类型的分类可分为动物生态学、植物生态学、昆虫生态学、微生物生态学、个体生态学等。各学科研究对象都是生命现象,学科之间存在着纵向和横向的联系,但又有各自的理论和方法。

口腔生态学是研究口腔组织器官与口腔微生物群以及微生物群之间相互关系的一门学科,它阐明口腔组织器官与微生物群之间各种相互作用的生理平衡态和病理失调态的机理,提出维护口腔生态生理平衡和防止失调的措施和方法。

口腔生态学是在口腔解剖生理学、口腔微生物学、口腔生物化学以及生态学等多学科理论的基础上发展起来的,是人体生态学的重要部分。近年来,随着口腔生态学理论不断发展,该理论已逐渐深入到口腔医学的各个领域,既丰富和充实了该理论的基本知识,又以全新的角度研究口腔一些常见疾病的发生机理,为疾病的生态防治奠定了基础。

二、口腔生态学的研究意义

口腔生态学是在生态学和口腔微生物学的基础上发展起来的一门新兴学科,其历史较短,但发展却非常迅速。

生态学研究生命系统与环境系统之间的相互作用的规律及其机理,研究生物与生物、生物与环境之间的相互依赖和相互制约,研究正常微生物群与其宿主的相互关系。而在口腔生态学中,口腔生态系是由口腔正常微生物群和人体口腔组织器官共同构成的;微生物群与宿主在共同的历史进化进程中形成一定的生态关系。口腔生态学就是研究这种相互关系的动态状况,研究口腔生态学组成的二个部分在维护口腔生态平衡中所起的作用,研究影响口腔生态平衡的因素以及如何调整生态平衡等,其研究内容甚为广泛。

研究口腔生态学具有重要的意义。

(一) 认识生命的本质

生命与其环境构成统一体。口腔生态系中微生物群对宿主产生影响,而宿主也对微生物群产生影响,二者在动态中维护平衡,调节着口腔局部以及全身的生态平衡。微生物群对宿主具有再生、拮抗、消化、营养、免疫等生理作用。因此,了解口腔生态学对学习口腔医学有较大的帮助,口腔生态学是口腔医学重要的基础学科。

(二) 认识疾病发生的本质

一切对环境产生干扰的因素,如生物的、物理的、化学的因素都可能引起生态的失调。许多口腔疾病的发生,如龋病、牙周病都是由于正常微生物群的失调所致。口腔因特殊的生态条件,许多成员菌每隔 15~20 min 繁殖一代。在该过程中,各种刺激如手术、外伤、感染、情绪激

动、肿瘤、内分泌改变以及外环境变化等都可以引起生态失调。

大量研究已经证实龋病、牙周病是细菌性疾病,并已发现几十种细菌与该病的发生关系密切。这些细菌在正常人或患者口腔中均可以查见,只是分离率多少不同,很难确定哪个就是病原菌。从生态学的角度分析微生物的定性、定量和定位,不难发现疾病是由于宿主转换、定位转换,使不致病的正常菌群成为条件致病菌所致。生态条件改变可引起正常微生物群的定位转换或宿主转移,使在一个生态区内属正常的菌群,转移到另一生态区内就可能成为致病菌。因此,用生态学理论认识疾病发生的机理是全面的、辩证的,而不是单一的、孤立的。

(三) 医学监测和研究

口腔正常微生物群是人体重要的生理学组成部分。人体口腔中发生的任何一种个体反应都可能通过正常微生物群的定性、定量和定位表现出来。因此,口腔正常微生物群、微生物群的代谢产物、微生物群与宿主相互作用的反应都可以作为人体生理功能的监测指标。

口腔临床医学的各种诊断、治疗、预防措施及药物都可能对口腔生态系产生影响。这种影响作用于组成生态系的任何一部分微生物群或宿主,都可能造成口腔生态的破坏。从生态学角度对这些措施进行监测,将大大提高其科学性和有效性。

三、口腔生态学与其他学科的关系

过去,口腔生态学的研究内容均分散于相关的学科之中,如口腔微生物学、口腔免疫学、口腔生物化学和口腔解剖生理学。随着口腔生态学理论不断发展,该学科的研究内容在不断充实,知识在不断更新。

从宏观上看,生态学是研究地球上生物圈与地球本身相互关系的生物学科。也就是说,生态学是研究生物与环境相互关系的学科。口腔生态学是研究微生物对宿主的正常或生理的作用、彼此间平衡或失调以及如何控制失调、恢复平衡的学科。口腔微生物学属于生物学范畴,是研究寄居在口腔中的微生物的分类、分离、培养、鉴定,侧重在微生物致病作用的研究。口腔微生物学是口腔生态学的基础,两者不能互相取代合并。

口腔解剖生理学是研究口腔组织器官的发生、发育及其生理功能。由于口腔组织器官是口腔生态系组成的重要部分,二者关系更为密切。生态学侧重于研究口腔微生物群与这些组织器官之间的生理平衡关系。

四、口腔生态学的应用前景

口腔内有数百种微生物和众多的结构各异、功能各异的小生态区,微生物和微生物之间,微生物和宿主之间存在着复杂的共生和拮抗关系,当它们处于平衡状态时,宿主表现为健康无病的状态,但当平衡失调时,宿主就表现出各种各样的疾病,如临床最常见的龋病、牙周病、白色念珠菌病等。一般而言,发生在口腔的疾病绝大部分是因微生物引起的感染性疾病或与之有关的疾病,其本质即为口腔生态平衡失调性疾病。口腔生态学研究口腔生态系平衡的条件和影响其平衡的各种因素,探讨维持口腔生态系平衡(健康),防止其平衡失调以及使失衡的口腔生态系(疾病)恢复平衡的措施、方法、原则等,其应用不仅是一种全新的口腔疾病治疗方法,而且是最符合生物学原则,最有利于人体健康的方法,因此口腔生态学有广阔的应用前景。

(周学东 胡 涛)

第二章 口腔生态系

口腔是人体的重要器官,其主要生物学功能是食物的咀嚼、吞咽、消化以及语言美观等。口腔生态系由两大部分组成。一是口腔组织器官本身,它包括形态、功能各异的牙齿、牙周组织、舌、口腔粘膜以及唾液等;另一是存在于口腔中的各种微生物群,包括细菌、真菌、螺旋体、原虫和枝原体。这些微生物在口腔的不同部位共栖、竞争和拮抗,与人类口腔组织器官建立了一种动态平衡关系。由于口腔解剖结构复杂多样,微生物种类繁多和多变,故口腔生态系的结构和组成非常复杂,包含众多大小不一、结构不同、功能各异的小口腔生态区。

生态区(biotic area)是生态系统的空间层次,是生物体生存的环境区。对宿主机体而言,生态区指解剖结构及理化性质不同的系统、器官,如消化系统、呼吸系统、泌尿生殖系统和皮肤等,它们均为独立的生态区。生态区是一个相对的概念,可分为大生态区和小生态区或更小的生态区,如消化系统是一个大生态区,其中包括的口腔、食管、胃、肠又是独立的生态区。以口腔生态区为例,又可划分为唾液、牙齿、舌、腭、唇等更小的生态区。

生态区作为一个生态空间层次,还包括一些次空间层次(或亚结构),生态学家将其称为生境(habitat)。生境是生态区的亚结构或次空间。生境的亚结构或次空间称为生态点(biotals),而生态位(niche)则是生态点内更小的亚结构或空间层次,在生态学中又称其为小生境或生态灶、生态龕。这些空间层次的划分是区域和解剖部位划分的相对概念,是为了更直接、更真实地反映这些空间层次的生态学特点,更有利于揭示生物体与空间层次关系的本质。在小的生态空间中如生态位中,微生物相互之间以及与生态空间中各种理化因素的关系可得以最充分地体现。了解口腔生态区的组成及特性是认识和了解口腔微生物生态学的基础。

第一节 口腔生态系的组成

一、口腔生态环境

口腔生态环境是机体生态系统中重要的空间层次之一,由唇、舌、颊、腭、牙龈、牙槽骨、牙齿及唾液组成。这些不同的组成部分可视为不同的小生态区。对不同个体而言,口腔生态区还包括修复体(活动或固定义齿、种植义齿)及矫治器等。这些小生态区可按其结构特点及所处位置划分为不同的生境、生态点和生态位。以牙齿为例,牙冠和牙根是不同的生境,牙冠又包括牙面和窝沟,而牙面又可分为唇侧面、舌侧面、颊侧面和邻面。各个牙面和窝沟又可分为多个生态点和生态位。

(一) 牙齿生态区

牙齿是口腔的重要组成。人一生有两副牙齿,一副乳牙、一副恒牙。乳牙,从胚胎第2个月开始发生,出生后6个月左右萌出,2岁半左右全部萌出,共计20颗。恒牙是从胚胎第5个月开始发生,在6岁开始萌出,20岁左右全部萌出。恒牙有28或32颗。进入人体的食物需通过牙齿进行粗加工,方能由胃肠道消化、吸收。牙齿对食物的加工是分工合作的,按照不同

的生理功能,牙齿可以分为:①切牙组,切割食物成块状;②尖牙组,撕碎食物,尖牙根大粗长,深埋于颌骨内,能够承受较大的咬合力;③磨牙组,磨牙将切牙和尖牙切撕后的食物进行研磨,便于胃肠道消化吸收。

每颗牙齿都是由牙冠和牙根组成的。牙冠暴露在口腔中,牙根则包埋在牙槽骨中。牙冠表面不同的几个面,构成环境不同的生态小区。

牙冠的光滑面包括唇(颊)面、舌(腭)面。唇(颊)面靠近口唇和颊侧粘膜。舌(腭)面靠近舌头和上腭。牙冠的光滑面属口腔的自洁区,容易受到唾液、食物摩擦和口腔卫生措施(含漱、刷牙等)的清洁作用。凡能在光滑面上定植的微生物群必须具有特殊的抗脱离力。

牙冠的咬合面有形态各一的点隙沟裂,使牙齿表面呈凹凸状,有很多的隆凸和凹陷区。隆凸区如牙嵴、舌面隆突、牙尖;凹陷区如点隙沟裂。牙冠的这些部位属口腔的非自洁区,各种生理的或机械的自洁作用均不易达到。这一特殊的生态条件,为细菌的定植造成良好环境,使其成为口腔细菌集聚点。

(二) 牙周生态区

牙齿周围的牙周膜、牙槽骨和牙龈统称为牙周组织。牙龈是覆盖在牙槽骨和牙根部的口腔软组织。正常情况下,牙龈紧贴于牙表面,封闭良好,微生物不易侵入。牙龈与牙颈部间的空隙叫龈沟,正常龈沟不超过2 mm。龈沟液多来自血清,含丰富的营养成分。龈沟亦构成口腔菌群的天然生态区。

牙周膜是一种结缔组织纤维,位于牙槽骨和牙根之间,起到调节、缓冲咀嚼压力的作用。一旦发生牙周疾患,龈沟将出现病理性加深,当深度大于3 mm,即成为牙周袋。牙周袋的形成使牙周生境发生较大的变化,牙周的氧化还原电位(Eh)可由一般的-100 mV降低至-300 mV,成为专性厌氧菌定植数量最多的生态区。

(三) 口腔粘膜生态区

口腔粘膜包括唇、颊、腭、舌和牙龈。口腔粘膜表面上皮具有持续脱落再生的特性。粘膜上皮的这种快速新陈代谢使在粘膜表面定植的微生物将不断地经历吸附一再吸附的定植过程。口腔粘膜组织的另一特性是紧邻唾液,易清洁,且Eh较高。

(四) 唾液生态区

唾液由颌下腺、舌下腺、腮腺以及无数个小唾液腺共同分泌。正常人每天分泌唾液1 000~1 500 ml,唾液腺的分泌受多种因素的影响。唾液进入口腔后,脱落粘膜上皮细胞、白细胞、细菌和食物残渣将混入其中,使之成为口腔微生物群定植的又一重要生态区。唾液主要的生物学作用是润滑、保护、缓冲、清洁、营养及抗微生物等。

(五) 其他

口腔由于牙列发育畸形,排列不整齐或形态异常,以及各种原因造成的牙列缺失都可以形成特殊的生态区,而有利于微生物的定植、发育。义齿修复和各类矫治器的使用也将形成新的滞留区和生态区。此外,各种义齿修复材料的性质不同,在这些新的生态区定植的细菌种类和数量都可能发生改变。

二、口腔生态环境的决定因素

对各种微生物来说,口腔并不是提供一个单独的、唯一的栖息地,而是有许多生态系的小生境包含在口腔中,每个小生境有其特殊的细菌组成。口腔的各种部位,如牙齿、龈沟、牙周

袋、唇、舌等均具有倾向于选择某些细菌定植的因素。生态环境的决定因素包括解剖结构、温度、pH、Eh 及口腔正常菌群。

(一) 解剖结构

由于口腔各部位的解剖结构各异,其氧化还原电位与氧张力亦各不相同,如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 Eh 为 +75 mV,牙周袋内为 -300 mV。故牙周袋和皱褶为厌氧菌生长提供了条件。

(二) 温度

口腔温度恒定在 37℃ 左右,有利于绝大多数细菌的生长繁殖。

(三) pH

口腔中的 pH 相对恒定,范围为 5.0~8.0,通过唾液、龈沟液中的缓冲体系保持 pH 的恒定。当口腔中可酵解糖含量增加或产酸菌占优势时,口腔 pH 将发生改变。

(四) 氧化还原电位(Eh)

菌斑年龄与 Eh 变化有关,正发育的菌斑 Eh 在 4 d 中可以由开始的 +200 mV 降至 -112 mV,在第 7 天左右可降至 -142 mV,使菌斑中厌氧菌的比例增多。

(五) 口腔正常菌群

常住在口腔各部位或表面的微生物群可称为口腔正常菌群(normal flora),是细菌与宿主在共同的历史进化过程中经过自然选择形成的生态系。

正常菌群对机体具有双重作用。在一定的环境中,当机体与正常菌群之间保持着相互平衡状态时,正常菌群显示对机体的有益作用。正常菌群是人体非特异性免疫因素之一。外来的致病菌侵入人体必须突破 3 个防卫屏障:①物理屏障:健康的皮肤和粘膜可保护机体免受外源细菌侵袭;②化学屏障:人体的各种分泌物如唾液、泪液、乳汁的杀菌作用;③生物屏障:正常菌群对外来细菌的拮抗作用,这种拮抗作用是以各菌属、群、组间的竞争为表现形式。

当这种复杂的平衡状态受到大剂量射线照射、过量激素、长期服用抗生素等影响而导致菌群失调时,便为正常菌群提供了显示其有害作用的机会,将成为机会致病菌引起疾病。

三、口腔生态环境的特点

口腔是机体内环境与外环境直接联系的门户,受外环境影响最多也最直接,可称之为机体生态系的窗口和过滤器。口腔中不断分泌和流动的唾液维持了口腔生态环境的湿度和 pH。口腔生态环境温度的恒定(36℃~37℃)来源于全身体温的调节。

口腔生态环境因其特殊的解剖位置及组织学特点而存在与机体其他生态环境明显不同的特点。

(一) 脱离力

口腔除了组织表面上皮细胞的代谢、死亡、脱落更新外,还存在咀嚼食物、吞咽、刷牙、含漱和唾液、龈沟液的流动洗刷作用,这些都是使口腔微生物脱落的脱离力的主要因子,是影响口腔生态环境微生物定植数量的重要因素之一。

(二) 保护区

在生态环境中容易贮留食物和细菌的区域被称为滞留区。滞留区是口腔生态环境的一个重要特点,包括龈沟、牙邻面间隙、颊面的窝沟,以及义齿卡环和基托与牙面或牙龈、颊粘膜的接触区等。在滞留区,唾液的冲洗作用较弱,口腔卫生措施也不易到达或不够完善,致使食物

容易滞留,其微生物脱离力明显小于其他非滞留区。此外,在滞留区,氧化还原电位较低有益于厌氧菌的生长繁殖。由于滞留区给微生物的定植及生长繁殖提供了很好的保护作用,故滞留区又称为保护区。

(三) 氧化还原电位

口腔生态环境内存在的明显的 Eh 差异和变化是口腔生态环境的又一特点,是口腔微生物种类复杂、数量繁多的重要原因之一。唾液的 Eh 较高,可达 + 309 mV 左右,龈沟的 Eh 低一些,在 + 100 mV 左右,而深牙周袋(袋深在 6~7 mm)的 Eh 可低至 - 300 mV。不同牙面的 Eh 也存在差异,通常牙邻面的 Eh 低于舌侧、唇侧和颊侧面。

口腔生态环境中影响 Eh 不断变化的因素可见于:①牙的萌出、牙的丧失及修复体的戴用。无牙口腔 Eh 较高,牙的萌出,特别是磨牙的萌出使口腔生态环境的 Eh 变低,并呈现各生境及生态位点 Eh 的差异,牙的丧失及修复体的使用也是影响口腔生态环境 Eh 的因素之一;②牙菌斑是口腔生态环境中一个重要的生态系统,也是反映口腔微生物生态学特点的重要生态系,牙菌斑形成初期 Eh 高(+ 200 mV 左右),随着牙菌斑的不断发育、成熟,菌斑增厚,其 Eh 可降低至 - 140 mV;③牙周袋的形成。

(四) 营养物

口腔生态环境内的另一特点是生态环境内存在丰富的营养源。这些营养源包括宿主摄入的食物碎屑、口腔内的唾液、龈沟液、脱落上皮及各种微生物代谢产物。以唾液为例,唾液中不仅含有丰富的有机物如粘蛋白、氨基酸、多种碳水化合物和维生素等,还有种类复杂的无机物如 Cl^- 、 P^- 、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 和微量元素。栖牙螺旋体生长要求的 α -E 球蛋白主要来自龈沟液。某些微生物的代谢产物则可能是其他一些微生物的重要生长因子,如奈瑟菌产生的支链淀粉(amylopectin)是口腔链球菌和乳杆菌的营养物质,直肠弯曲菌产生的血红素类物质是牙龈卟啉单胞菌的重要生长因子。营养物决定定植在口腔生态环境内的微生物群的种类和数量。

四、口腔微生物群

口腔微生物群是口腔生态系的主要组成部分,其特点为种类多、数量大,且以细菌为主要类型,目前已分离的菌属有 40 余个种属。此外,口腔中还有真菌、枝原体、螺旋体、原虫和病毒。

人出生时,口腔一般是无菌的,或是少菌的,后者通常是在分娩过程中感染了母体阴道的细菌,如乳杆菌、棒杆菌。

出生后的第一天,口腔内便有细菌定居,可由喂奶而种入。最先出现的是唾液链球菌,大约在出生后 1~2 d,即可从 98% 以上的新生儿口腔中分离到。在一周岁以内的婴儿,口腔内可发现厌氧菌。

随着牙的萌出,口腔内逐渐出现一些停留细菌的隐蔽地区,比如龈沟,牙齿咬殆面的点隙沟裂,牙齿邻近触点下,错位牙的邻接处。这些部位不易被口腔卫生措施所清洁,唾液亦冲洗不到,而食物残渣易被挤压进入,同时这些部位相对缺氧,成为厌氧菌、兼性厌氧菌繁殖滋生的地方。

随着年龄的增加,口腔内细菌的组成将发生变化。一般在牙齿萌出后才能从口腔中分离到血链球菌和变形链球菌,这二种细菌易定居在牙面上。学龄前儿童龈沟内的微生物与成年人基本相似,产黑色素的杆菌和螺旋体并非所有儿童均有,5 岁儿童只有 18%~40% 有此菌,

而13~16岁的儿童都有此菌。梭杆菌、纤毛菌、放线菌多半在牙萌出前就存在,牙萌出后无明显增加,可能与牙萌出无关。

最新研究认为,人的口腔微生物最先出现的是唾液链球菌,随后出现血链球菌、变形链球菌、螺旋体及其他需氧或厌氧菌,并于10岁左右完成这一出现和定植过程,其后进入成人菌群阶段。

口腔微生物群是经过长期的动态变化,逐渐达到较稳定的状态。这时,新介入的细菌很难定居下来,即使是同一菌种的不同型,除非经过长时间的反复多次的介入。另外,牙齿的脱落,义齿的使用,进食习惯的改变以及口腔卫生、全身健康状况等均会使口腔微生物群发生变化。变形链球菌在口腔内定居是随食物成分的改变而变动,吃蔗糖多时,口腔内变形链球菌的数目随之增加。

口腔微生物在口内存在着两种状态,一是游离状态,细菌位于经常流动的唾液中,一是定居在口腔内的某些器官的表面,特别是在牙面上形成牙菌斑。

五、特定口腔生态区的特点

口腔生态环境较为复杂,口腔不同部位都有各自的特点,其结构、理化性质不同,微生物的组成也各具特点。一定的微生物需要一定的、特殊的生活小区或位点。

(一) 唾液

口腔链球菌是唾液的优势菌群,以唾液链球菌和轻链球菌最多见,棒杆菌和放线菌也是唾液的正常菌群。此外,唾液含一定数量的韦荣菌、奈瑟菌、乳杆菌、梭杆菌、普氏菌、真菌、酵母菌和原虫。

唾液菌群中链球菌所占比例最大,占唾液细菌总量的41%,革兰阳性杆菌及丝状菌(放线菌和乳杆菌)占16.6%,韦荣菌占15.9%,革兰阳性厌氧球菌占13%,其余各菌如革兰阴性厌氧杆菌占少数。兼性厌氧链球菌在舌上占55.5%,颊部仅占10.7%。

唾液中含数量不等的梭杆菌,正常人可达 $2.72 \times 10^8/L$ 。生态失调时,其数量可超出正常范围,将引起宿主疾病,如急性坏死溃疡性龈炎。

(二) 牙齿

同一个牙齿的不同部位,因解剖结构及物理条件不同,其微生物的组成亦不相同。光滑牙面是口腔自洁区,容易受到唾液清洁,食物摩擦及刷牙、含漱等口腔卫生措施的影响。在光滑牙面以需氧和兼性厌氧的球菌为优势菌,如血链球菌、奈瑟菌、放线菌、罗氏菌。

牙邻面和点隙沟裂由于清洁措施不易接近,有利于细菌生长,加之部位隐蔽,厌氧菌数目较多。点隙沟裂处的主要细菌是:血链球菌、变形链球菌、粘性放线菌和韦荣菌;邻面主要细菌是粘性放线菌、内氏放线菌、血链球菌。

(三) 舌

舌背含丰富的乳头,有利于微生物的滞留,而舌腹部的粘膜表面光滑,又与唾液接触密切,易受唾液菌群的影响,其常居菌波动较大。

舌背优势菌是唾液链球菌和丝状菌、韦荣菌、普氏菌。

(四) 牙龈

不同部位的牙龈、游离龈、附着龈和龈沟有不同的生态环境。龈沟是游离的边缘龈与牙根表面所形成的V形缝隙,是非自洁的滞留区。正常龈沟优势菌是 G^+ 球菌、杆菌,约占可培养

菌总数的 70%, 包括内氏放线菌、粘性放线菌、马氏棒杆菌、血链球菌和轻链球菌、韦荣菌、具核梭杆菌、二氧化碳噬纤维菌。

牙周袋是病理因素所致的加深的龈沟, 是一个氧压很低的环境, 又不易受唾液冲洗作用的影响, 有利于专性厌氧菌的生长, 螺旋体和厌氧可动菌数量增多。

第二节 口腔微生物的建立和演替

生态系统中微生物的建立和演替是生态系动力学的重要表现形式之一。了解微生物的建立、演替特点, 以及影响因素将有利于建立维持正常微生物群的条件。

一、口腔微生物的建立

口腔生态区给微生物的栖居提供了适宜的温度、湿度、pH、Eh 和丰富的营养源, 故口腔中定居的微生物不仅数量多而且种类复杂。人出生时口腔一般是无菌的, 新生儿口腔中检出的少量细菌多来自母亲分娩过程中污染的阴道菌群, 如乳杆菌、棒杆菌和肠球菌。由于微生物定植境的选择性, 因此阴道菌群很难与口腔菌群等同, 故新生儿口腔污染的阴道菌群更有可能成为口腔的过路菌, 而非口腔的原籍菌。大多数研究者认为新生儿口腔细菌的原籍菌主要来自与之密切接触的父母和亲属的口腔菌群。在一项对出生 1~2 d 的新生儿口腔菌群的调查中, 从其口腔中检出的唾液链球菌与母亲口腔中的唾液链球菌血清型相同。近期一项口腔内中间普氏菌的检测结果, 也发现在父子(女)或母子(女)口腔中存在相同血清型的中间普氏菌, 这也提示了口腔细菌在亲属或家庭中流行或传播的可能性。当然新生儿口腔细菌的来源也可能包括新生儿周围的人及环境。

二、口腔微生物的演替

在宿主的一定发育阶段及生态区内、在外环境的改变下, 特定生态区内定植微生物类型变化的过程称为微生物的演替(succession)。演替是生态系动力学的主要表现形式之一, 可分为生理性演替和病理性演替。

(一) 生理性演替

伴随宿主或生境的生理性变化产生的微生物群落的变化称为生理性演替。影响口腔微生物生理性演替的主要生理因素是宿主年龄。随着宿主增龄性改变, 口腔生态区的变化是从新生儿无牙口腔, 到牙的逐渐萌出和牙列的完整, 其间还包括乳牙的脱落和恒牙的萌出。新生儿无牙口腔中以唾液链球菌和奈瑟菌为优势菌落; 幼儿期乳牙的萌出, 牙面定植的细菌为血链球菌、变形链球菌和丝状杆菌, 这些细菌成为口腔的优势群落之一; 少儿期随着磨牙的萌出和恒牙牙列的建立, 口腔生态区中滞留区增多, 如牙邻面间隙、龈沟等给厌氧菌的大量定植提供了有利的生态环境, 普氏菌、卟啉单胞菌、梭杆菌、放线菌、优杆菌成为口腔的优势菌成员。在 13 岁少儿的口腔中可检出比例较高的厌氧细菌, 通常在 15 岁左右口腔菌群的生理性演替达到峰顶(climax)。峰顶是微生物在一定时间和空间中处于持续和相对稳定的状态, 在峰顶期微生物的数量和种类达到高峰区, 故称其为顶极菌群。在特定生态空间, 口腔菌群生态演替的一个典型例子是牙菌斑从形成、发育到成熟和老化。牙菌斑细菌从少到多, 种类从简单到复杂。在早期菌斑中兼性厌氧的球菌(如唾液链球菌、轻链球菌、血链球菌)是主要细菌成分, 而在成熟

菌斑中各种专性厌氧的革兰阳性和革兰阴性厌氧杆菌成为主要的细菌成分,其演替变化是一种生理性演替过程。

(二) 病理性演替

在由非生理性因素所引起的宿主病理性改变状态下,微生物易位或易主的变化过程称为病理性演替。口腔微生物的病理性演替在口腔内多见,这可能与口腔所处的特殊的生态位置有关。如外伤引起的牙折可因牙髓暴露而导致牙髓感染,使原来无菌的牙髓中定植各种兼性厌氧和专性厌氧的球菌、杆菌;由于牙周卫生状况较差导致细菌积聚和厌氧菌过度生长所引发的龈炎;或因创伤引起的牙周病原菌的易位导致牙周袋的形成,牙周炎的发生和发展;或致龋菌过度生长,酸蚀牙面、脱矿引起的龋病;或拔牙后感染所致的干槽症、白色念珠菌所致粘膜感染等,均为口腔微生物的病理性演替。这种演替是以口腔定植微生物,即原籍菌群为主的演替过程,表现为正常微生物组成和数量的异常变化和易位。这种易位可以是近距离的,即在口腔生态区内的不同生境间;也可以是远距离的,即在口腔生态区外的易位,如龋病患者或拔牙患者产生的菌血症,可在患者血中检出变形链球菌及血链球菌。口腔细菌易位所引起的亚急性细菌性心内膜炎则是远距离易位的又一例子。近期有研究者在唾液中检出与宿主胃内相同血清型的幽门螺杆菌,引起研究者的关注。幽门螺杆菌是目前公认的慢性胃炎和十二指肠溃疡的致病菌,是消化病专家们讨论的热点,这种细菌是否是唾液中的幽门螺杆菌的易位尚待进一步探讨。

病理性演替可以是永久性的,不可逆的,也可以是暂时性的。牙周的洁刮治疗、龋洞的充填等可以减缓或中止这一病理性演替。

第三节 影响口腔生态系的因素

一、其他生态系对口腔生态系的作用

口腔与外界环境紧密相连,外界环境中许多生态系中的细菌,如大气生态系、各种饮用水生态系、各种可食用作物生态系中的细菌,通过呼吸、进食等各种日常生命活动不断进入口腔。举一个典型例子:存在于患者口腔中的耐药金黄色葡萄球菌可污染其周围的大气生态系,经空气传播该菌又可进入医护人员口腔中。

此外,口腔生态系与鼻腔生态系、咽腔生态系、胃肠道生态系在解剖结构上是彼此相通的,这些生态系中的细菌可进入到口腔生态系中,它们的生命活动将对口腔生态系产生影响,如胃酸返流口腔有利于口腔耐酸菌的生长等。

二、食物(碳水化合物)的作用

碳水化合物是口腔微生物群的主要能源,其变化可影响口腔的生态平衡。人对糖的摄取是间断的,而口腔中的细菌能适应这种环境,这是口腔生态系的一个特点。

高蔗糖食物使口腔中变形链球菌、乳杆菌、放线菌明显增加,高麦芽糖食物可减少菌斑中变形链球菌,但其致龋力与蔗糖相同。菌斑中血链球菌的血清型亦受糖的影响。进食葡萄糖时,牙菌斑中以能水解七叶甙,发酵棉子糖的血链球菌的菌株为主;而进食蔗糖时,血链球菌以不水解七叶甙和发酵棉子糖的菌株为主。

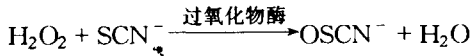
木糖醇能减少变形链球菌,山梨醇和甘露醇混合使用则增加变形链球菌。

三、唾液的作用

唾液是口腔生态系的重要组成部分,也是口腔微生物的培养基,是口腔微生物群的营养来源之一。唾液通过矿物含量、离子浓度、氟化物含量、缓冲能力、氧化还原电位、气体、各种有机物含量和维生素的变化调节口腔细菌,影响口腔生态平衡。

(一) 过氧化物酶系

过氧化物酶系由过氧化物酶、硫氰酸盐(SCN^-)和 H_2O_2 三部分组成,催化反应为:



OSCN^- (亚硫氰酸盐)是一种毒性产物,通过氧化巯基、失活细菌糖代谢酶中止糖代谢,干扰细菌的新陈代谢,对不产触酶的细菌起杀伤作用。使 OSCN^- 失活的糖代谢酶有己糖激酶、醛缩酶、丙酮酸激酶和磷酸果糖激酶。

唾液中的过氧化物酶具有耐酸性,在酸性环境下,能有效利用 H_2O_2 和 SCN^- 产生 OSCN^- 。该酶也能借亲水键粘附到牙釉质表面,且在粘附状态仍保留其活性。

过氧化物酶参与调节生态系的另一个作用是能阻止 H_2O_2 对细胞的破坏,能与细菌触酶竞争 H_2O_2 ,减弱其对细菌的杀伤作用。

(二) 溶菌酶

溶菌酶是一种低分子量酶,能水解细菌细胞壁的粘肽链,通过抑菌、杀菌和溶菌作用,阻止对溶菌酶敏感的细菌在口腔生态系内建立,从而参与口腔生态系调节。牙菌斑中溶菌酶的含量是唾液的 15 倍。实验证明,溶菌酶能杀伤 7 个血清型的变形链球菌,且能溶解致龋菌和非致龋菌,这种杀伤作用与酶的浓度和作用时间有关。

(三) 其他唾液因子的作用

唾液中免疫球蛋白通过影响菌斑中各细菌之间的平衡来调节菌斑生态系。 SIgA 能凝聚细菌细胞,改变细菌对牙面的粘附和定居能力,影响细菌组成。唾液中免疫活性物质——纤维结合素 (fibronectin) 能粘附到细菌表面,阻止变形链球菌和其他链球菌粘附到获得性膜上。

唾液乳铁蛋白是一种热稳定蛋白质,对大多数细菌有抑制作用。铁是细菌生长所需的基本元素。乳铁蛋白具有很强的螯合铁能力,每分子乳铁蛋白能连结二分子铁。乳铁蛋白通过摄取细胞中的铁,抑制细菌的生长。

四、细菌间的相互作用

口腔生态系中,细菌间的相互作用影响着其生态组成。细菌间的相互作用包括共生作用和拮抗作用。

(一) 细菌间共生作用

共生是指生物在有机联系的共生条件下,彼此都能获益。共生现象在口腔中广泛存在,调节口腔生态系的组成。比如:口腔中兼性和需氧菌对氧的消耗促进了专性厌氧菌的生长。韦荣菌 (*Veillonella*) 不是利用碳水化合物而是利用其他菌斑菌产生的有机酸作为碳源,因其缓解了酸性环境,而利于非耐酸菌生长。变形链球菌和血链球菌的生长对营养要求的区别在于变形链球菌需要对氨基苯甲酸作为促生长因子。当这二种细菌混合培养时,血链球菌能提供