

普通高等教育“九五”国家级重点教材

供口腔医学类专业用



口腔 组织病理学

第4版

于世凤 主编



人民卫生出版社

普通高等教育“九五”国家级重点教材

供口腔医学类专业用

口腔组织病理学

第 4 版

于世凤 主编

编者（按姓氏笔画为序）

于世凤（北京医科大学）	孙开华（北京医科大学）
何志秀（华西医科大学）	汪说之（湖北医科大学）
张伟国（上海第二医科大学）	杨连甲（第四军医大学）
欧阳曙（白求恩医科大学）	高 岩（北京医科大学）

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

口腔组织病理学/于世凤主编. -4 版. -北京:
人民卫生出版社, 2000
ISBN 7-117-03521-8

I. 口… II. 于… III. 口腔科学;病理学;组织学
(生物)-高等学校-教材 IV. R780.2
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 11675 号

口腔组织病理学
第 4 版

主 编: 于世凤
出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 67616688)
地 址: (100078) 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼
网 址: [http://www. pmph. com](http://www.pmph.com)
E-mail: [pmph @ pmph. com](mailto:pmph@pmph.com)
印 刷: 三河市富华印刷包装有限公司
经 销: 新华书店
开 本: 787×1092 1/16 印张: 19.5
字 数: 397 千字
版 次: 1979 年 7 月第 1 版 2001 年 1 月第 4 版第 19 次印刷
印 数: 136 931—146 945
标准书号: ISBN 7-117-03521-8/R·3522
定 价: 22.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究
(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

全国高等医药院校口腔医学专业 第四轮教材修订说明

为适应我国高等口腔医学教育改革和发展的需要,经卫生部口腔医学专业教材评审委员会审议,卫生部教材办公室决定从1998年开始进行口腔医学专业规划教材第四轮修订。经过对第三轮教材编写质量的评估,提出第四轮教材的修订要面向21世纪,遵循培养目标,适用于五年制教学需要;突出教材三基(基础理论、基本知识和基本技能)、五性(思想性、科学性、先进性、启发性和适用性)的特点,注重教材的整体优化及编写的标准化、规范化。考虑到学科发展及与国际接轨的需要,决定第四轮教材将原《口腔内科学》分别编写为《牙体牙髓病学》、《牙周病学》、《口腔粘膜病学》,将原《口腔预防医学及儿童口腔医学》分编为《儿童口腔病学》、《口腔预防医学》,将原《口腔颌面X线诊断学》更名为《口腔颌面医学影像诊断学》,同时增设《口腔生物学》、《口腔临床药理学》、《口腔医学实验教程》(及附册)3种教材。这样,就从第三轮的9种教材增加为第四轮15种教材。第四轮教材全部于2001年修订完成并出版。

第四轮教材

- | | | | |
|-----------------|--------|----------------------------|----------|
| 1.《口腔解剖生理学》第四版 | 皮昕主编 | 9.《牙体牙髓病学》 | 樊明文主编 |
| 2.《口腔组织病理学》第四版 | 于世凤主编 | 10.《牙周病学》 | 曹采方主编 |
| 3.《口腔颌面医学影像诊断学》 | 马绪臣主编 | 11.《口腔粘膜病学》 | 李秉琦主编 |
| 4.《口腔生物学》 | 刘正主编 | 12.《口腔正畸学》第三版 | 傅民魁主编 |
| 5.《口腔临床药理学》 | 曾光明主编 | 13.《儿童口腔病学》 | 石四箴主编 |
| 6.《口腔材料学》第二版 | 陈治清主编 | 14.《口腔预防医学》 | 卞金有主编 |
| 7.《口腔颌面外科学》第四版 | | 15.《口腔医学实验教程》及《口腔医学实验教程附册》 | 王嘉德 梁悦主编 |
| 邱蔚六主编 | 张震康副主编 | | |
| 8.《口腔修复学》第四版 | 徐君伍主编 | | |

全国高等医药院校口腔医学专业 第二届教材评审委员会

主任委员 张震康

副主任委员 邱蔚六

委员(以姓氏笔画为序)

李秉琦 袁井圻 梁悦 傅民魁 樊明文

秘书 王嘉德

第四版前言

本书为普通高等教育“九五”国家级重点教材，由卫生部组织编写，供全国高等医药院校口腔医学专业本科生使用。内容分为两篇：第一篇为口腔组织胚胎学，共七章；第二篇为口腔病理学，共十三章。根据卫生部颁发的教学计划，口腔组织学及病理学教学共 80 学时，讲课与实习时数各占一半。其内容为口腔医学的基础理论和基本知识以及口腔常见病。某些稀有病种则不着重讲授，仅供参考。

本书的编写是根据卫生部召开的“面向 21 世纪医药卫生教材建设研讨会”的精神，继承发扬第三版教材编写的优点，体现“三基”（基础理论、基本知识、基本技能）、“三特”（特定对象、特定要求、特定的限制）、“五性”（思想性、科学性、启发性、先进性、适用性）的原则，注重教材的整体优化，同时要适应科学技术的飞跃发展以及知识不断更新的客观要求。第四版教材的编写由北京医科大学、华西医科大学、上海第二医科大学、第四军医大学、湖北医科大学及白求恩医科大学共同参加。

第四版教材对第三版进行了全面修订。以全国自然科学名词审定委员会审定、公布的医学名词以及口腔医学名词为准，对专业名词进行了统一修改。删减了本专业与其他专业重复的内容。本书增加了一些新知识、新观点，特别是近年来对龋病、牙周病的发病机制研究方面有明显进展的内容。在肿瘤方面根据近年国际新的分类进行了增补。在口腔组织胚胎学方面也增加了新的观点及线条图。

口腔组织病理学是口腔医学中重要的基础学科，是口腔专业临床与基础医学之间的桥梁课，它在口腔医学教育中占有重要位置。《口腔组织病理学》也是全国规划教材中最早的口腔医学 5 门教材之一，在这一基础上，至今已逐步发展、扩大为 15 种教材。口腔病理学是临床上正确诊断、治疗的基础。经长期实践证明，没有坚实的口腔组织病理学基础，便不能作出正确的诊断，更不能做好治疗与手术的设计。即将进入 21 世纪，口腔专业的教师与学生对口腔病理学提出了更高的要求与希望，本修订版存在的不足之处，恳请各位同仁给以指正。

在本版教材的编写过程中，得到了许多口腔医学院校领导、教师及教辅人员的热情支持与大力协助，无论在提供审、订稿的场地方面，还是在提供资料、照相、绘图、打印、复印、抄写等各个环节，都给以了具体的帮助和热情支持，在此，谨致以由衷的感谢。

于世凤

1999 年 5 月

目 录

第一篇 口腔组织胚胎学

第一章 牙体组织	1
第一节 釉质	2
第二节 牙本质	10
第三节 牙髓	18
第四节 牙骨质	22
第二章 牙周组织	25
第一节 牙龈	25
第二节 牙周膜	28
第三节 牙槽骨	34
第三章 口腔粘膜	37
第一节 口腔粘膜的基本组织结构	37
第二节 口腔粘膜的分类及结构特点	41
第三节 口腔粘膜的功能和增龄变化	45
第四章 涎腺	47
第一节 涎腺的一般组织结构	47
第二节 涎腺的分布及其组织学特点	52
第三节 涎腺的功能与增龄性变化	54
第五章 颞下颌关节	57
第六章 口腔颌面部发育	61
第一节 神经嵴、腮弓和咽囊	61
第二节 面部的发育	64
第三节 腭的发育	67
第四节 舌的发育	70
第五节 涎腺及口腔粘膜的发育	72
第六节 颌骨及颞下颌关节的发育	73
第七章 牙的发育	77
第一节 牙胚的发生和分化	77
第二节 牙体组织的形成	83
第三节 牙的萌出和替换	91

第二篇 口腔病理学

第八章 牙发育异常	96
-----------------	----

第一节 牙萌出异常和数目异常	96
一、牙萌出异常	96
二、牙数目异常	96
第二节 牙形态与结构异常	97
一、牙形态异常	97
二、牙结构异常	100
第九章 龋	104
第一节 龋的发病机制和病因学说	104
一、酸原学说	105
二、蛋白溶解学说	105
三、蛋白溶解-螯合学说	105
四、“三联因素”学说	106
第二节 龋的组织病理学	108
一、釉质龋	108
二、牙本质龋	113
三、牙骨质龋	116
第十章 牙髓病	118
第一节 牙髓炎	118
一、牙髓充血	118
二、急性牙髓炎	119
三、慢性牙髓炎	119
第二节 牙髓变性和坏死	122
一、牙髓变性	122
二、牙髓坏死	124
第三节 牙体吸收	124
一、内吸收	124
二、外吸收	125
第十一章 根尖周病	126
第一节 根尖周炎	126
一、急性根尖周炎	126
二、慢性根尖周炎	127
第二节 根尖囊肿	131
第十二章 牙周组织病	134
第一节 牙龈病	134
一、慢性龈炎	134
二、龈增生	135
三、急性坏死性溃疡性龈炎	136
四、浆细胞龈炎	137
五、剥脱性龈病损	138

第二节 牙周炎	138
第三节 发生在牙周组织的其他病理改变	146
一、牙周变性	146
二、牙周创伤	148
三、牙周萎缩	149
第十三章 口腔粘膜病	151
第一节 口腔粘膜病基本病理变化	151
一、过度角化	151
二、角化不良	151
三、棘层增生	152
四、上皮异常增生	152
五、海绵形成	152
六、基底细胞空泡性变及液化	152
七、气球变性	152
八、网状变性	152
九、棘层松解	152
十、疱	153
十一、糜烂	153
十二、溃疡	153
十三、皲裂	154
十四、假膜	154
十五、斑	154
十六、丘疹	154
十七、嗜碱性变性	154
十八、痂	155
第二节 口腔粘膜病病理	155
一、白斑	155
二、红斑	157
三、白色海绵状斑痣	158
四、白色水肿	158
五、口腔粘膜下纤维化	159
六、扁平苔藓	160
七、慢性盘状红斑狼疮	161
八、粘膜良性淋巴组织增生病	163
九、天疱疮	164
十、良性粘膜类天疱疮	166
十一、复发性阿弗他溃疡	167
十二、白塞综合征	168
十三、复发性坏死性粘膜腺周围炎	169
十四、多形渗出性红斑	170

十五、韦格内肉芽肿	171
十六、疱疹性口炎	171
十七、念珠菌病	172
十八、结节病	173
十九、肉芽肿性唇炎	174
二十、腺性唇炎	175
二十一、良性游走性舌炎	175
二十二、舌乳头炎	176
二十三、舌淀粉样变性	176
二十四、艾滋病的口腔表现	177
第十四章 颌骨及关节疾病	180
第一节 颌骨疾病	180
一、颌骨骨髓炎	180
二、放射性骨坏死	182
三、骨纤维异常增殖症	183
四、家族性巨颌症	184
五、朗格汉斯细胞增生症	184
六、甲状旁腺功能亢进	187
七、骨囊肿	187
第二节 颞下颌关节病	188
一、颞下颌关节紊乱病	188
二、退行性关节病	189
三、类风湿关节炎	190
第十五章 涎腺疾病	192
第一节 涎腺发育异常及异位	192
一、先天性涎腺缺失	192
二、涎腺增生	192
三、导管异常	192
四、涎腺异位	193
五、腺体融合	193
第二节 涎腺非肿瘤性疾病	193
一、涎腺炎	193
二、涎石病	195
三、巨细胞包涵体病	195
四、坏死性涎腺化生	196
五、舍格伦综合征	197
六、涎腺症	199
第十六章 口腔颌面部囊肿	201
第一节 牙源性囊肿	201
一、牙源性角化囊肿	201

二、含牙囊肿	204
三、萌出囊肿	204
四、婴儿龈囊肿	205
五、成人龈囊肿与发育性根侧囊肿	205
六、腺牙源性囊肿	205
七、牙旁囊肿	206
第二节 非牙源性囊肿	206
一、鼻腭管(切牙管)囊肿	207
二、鼻唇(鼻牙槽)囊肿	207
三、球状上颌囊肿	207
第三节 口腔、面颈部软组织囊肿	208
一、皮样和表皮样囊肿	208
二、鳃裂囊肿	208
三、甲状舌管囊肿	209
四、畸胎样囊肿	210
五、粘液囊肿及舌下囊肿	211
第十七章 牙源性肿瘤	212
第一节 良性牙源性肿瘤	213
一、成釉细胞瘤	213
二、牙源性鳞状细胞瘤	217
三、牙源性钙化上皮瘤	217
四、牙源性透明细胞瘤	218
五、成釉细胞纤维瘤	218
六、牙瘤	219
七、牙源性腺样瘤	220
八、牙源性钙化囊肿	221
九、牙源性纤维瘤	222
十、牙源性粘液瘤	223
十一、良性成牙骨质细胞瘤	224
第二节 恶性牙源性肿瘤	224
一、牙源性癌	224
二、牙源性肉瘤	225
三、牙源性癌肉瘤	226
第十八章 涎腺肿瘤	227
第一节 概述	227
一、涎腺肿瘤的分类	227
二、涎腺肿瘤的组织发生	229
三、涎腺肿瘤的免疫组织化学	230
第二节 涎腺上皮性肿瘤	231
一、多形性腺瘤	231

二、肌上皮瘤	234
三、腺淋巴瘤	235
四、嗜酸性腺瘤	237
五、基底细胞腺瘤	238
六、管状腺瘤	240
七、皮脂腺腺瘤及皮脂腺淋巴瘤	241
八、导管乳头状瘤	242
九、乳头状囊腺瘤	245
十、恶性多形性腺瘤	246
十一、腺样囊性癌	247
十二、上皮-肌上皮癌	249
十三、粘液表皮样癌	250
十四、涎腺导管癌	253
十五、腺泡细胞癌	255
十六、多形性低度恶性腺癌	256
十七、乳头状囊腺癌	258
十八、腺癌、鳞状细胞癌和未分化癌	258
第十九章 口腔颌面部其他组织来源的肿瘤和瘤样病变	261
第一节 良性肿瘤和瘤样病变	261
一、鳞状细胞乳头状瘤	261
二、乳头状增生	261
三、纤维上皮息肉	262
四、血管瘤	262
五、牙龈瘤	263
六、先天性牙龈瘤	265
七、嗜酸性淋巴肉芽肿	266
八、淋巴管瘤	267
九、颗粒细胞瘤	267
十、牙骨质-骨化纤维瘤	267
十一、骨巨细胞瘤	268
十二、巨细胞肉芽肿	268
十三、婴儿黑色素神经外胚瘤	269
第二节 恶性肿瘤	270
一、口腔癌	270
二、恶性黑色素瘤	273
三、纤维肉瘤	275
四、恶性纤维组织细胞瘤	275
五、血管肉瘤	276
六、颌骨骨肉瘤	276
七、软骨肉瘤	277

八、恶性淋巴瘤	278
九、恶性肉芽肿	280
十、口腔转移性肿瘤	280
附表 国内六所口腔医学院校病理教研室 54 296 例口腔颌面部肿瘤分类统计	281
第二十章 口腔组织的修复性再生	283
第一节 牙髓对刺激的反应及修复性再生	283
一、牙髓组织对涡轮机备洞的反应	284
二、牙髓组织对超声波的反应	284
三、牙髓组织对激光的反应	285
四、牙髓组织对一些充填材料的反应	285
五、牙髓覆盖（盖髓术）后的组织变化	286
六、炎症牙髓保存治疗的组织变化	287
七、活髓切断后的组织变化	288
第二节 牙周组织的修复性再生	289
一、干髓后的组织变化	289
二、根管治疗后的组织变化	289
三、牙髓塑化后的组织变化	291
四、牙周的再附着和新附着	292
五、牙折的愈合	293
第三节 骨的修复性再生	294
一、拔牙创的愈合	294
二、再植牙、移植牙的愈合	294
三、口腔种植的组织反应	295
四、骨折愈合	297
五、植骨的生长	297
六、正畸矫治力引起牙周组织及颌骨的变化	297
七、无牙颌的组织学	298

第一篇 口腔组织胚胎学

口腔是消化系统的一部分，主要由唇、颊、舌、腭、涎腺、牙和颌骨等所组成。口腔的前端与唇部皮肤相连，后端与咽部粘膜相延续。口腔表面被覆粘膜上皮，并与牙体硬组织以特殊的方式连接。各类涎腺则借助于导管或直接开口于口腔粘膜。口腔组织胚胎学是研究口腔颌面部这些组织和器官的发生、发育过程及其机制，以及其形态结构与相关功能的学科。

第一章 牙体组织

牙体组织由釉质、牙本质、牙骨质三种硬组织和一种软组织——牙髓所构成。釉质为特化的上皮组织，而牙本质、牙骨质和牙髓则属结缔组织。

牙本质构成牙的主体，釉质覆盖在其解剖牙冠的表面，牙骨质则覆盖于其牙根部表面。牙中央有一空腔，称为髓腔，充满疏松的牙髓结缔组织，牙髓的血管和神经通过狭窄的根尖孔与牙周组织相通连（图 1-1）。釉质和牙本质相交的面称釉质牙本质界，釉质和牙骨质相交的面称釉质牙骨质界，而牙本质和牙骨质相交的面称牙本质牙骨质界。

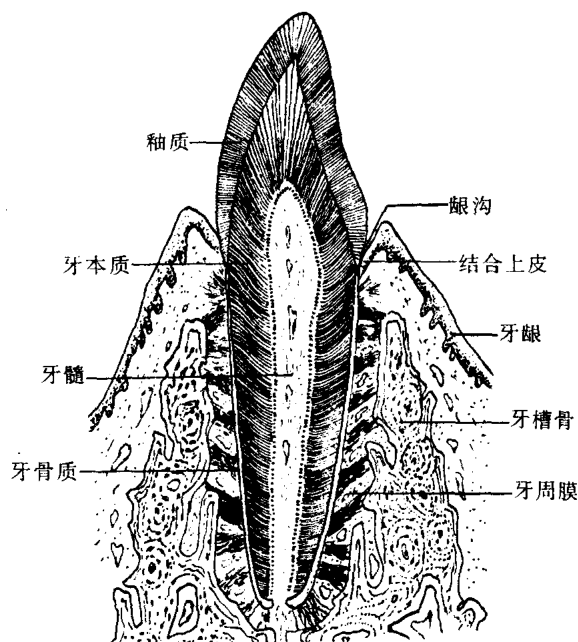


图 1-1 牙体牙周组织

第一节 釉 质

釉质 (enamel) 为覆盖于牙冠部表面的一层硬组织。釉质的厚度因部位不同而异。在切牙的切缘处厚约 2mm, 磨牙的牙尖处厚约 2.5mm, 而向牙颈部则逐渐变薄, 呈刀刃状。釉质外观呈乳白色或淡黄色。其颜色与釉质的矿化程度有关, 矿化程度越高, 釉质越透明, 其深部牙本质的黄色易透过而呈淡黄色; 矿化程度低则釉质透明度差, 牙本质颜色不能透过而呈乳白色。乳牙釉质矿化程度比恒牙低, 故呈乳白色。

一、理化特性

釉质是人体中最硬的组织, 其硬度约为洛氏硬度值 (Knoop hardness number) 300KHN, 对咀嚼磨耗有较大的抵抗力, 同时位于其深部的牙本质富有一定的弹性, 故当釉质受力时可适当缓冲其咀嚼压力而不致碎裂。

釉质由占总重量 96%~97% 的无机物以及少量有机物和水所组成。按体积计, 其无机物占总体积的 86%, 有机物占 2%, 水占 12%。

釉质的无机物主要由含钙 (Ca^{2+})、磷 (P^{3-}) 离子的磷灰石晶体和少量的其他磷酸盐晶体等组成。X 线衍射等研究揭示釉质晶体非常相似于六方晶系的羟磷灰石 $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$ 晶体。事实上, 釉质的磷灰石晶体并非为化学纯的羟磷灰石, 而是含有较多 HCO_3^- 根的生物磷灰石晶体。这些晶体内往往还含有一些杂质元素, 如: Cl^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Pb^{2+} 等, 并在一定程度上有 Ca^{2+} 空位的存在。这些因素均使釉质的磷灰石晶体结构变得不稳定。而 F^- 的存在, 则使磷灰石晶体内的钙三角结构变得紧凑, 使稳定性加强, 因而增强了其对酸的抵抗能力。

釉质中的有机物占总重量的不到 1%。它们主要由蛋白质和脂类所组成。釉质细胞外基质蛋白主要有釉原蛋白 (amelogenins)、非釉原蛋白 (non-amelogenins) 和蛋白酶 (proteinases) 等三大类。

釉原蛋白的基因定位于性染色体上。目前已发现至少 9 种异质性的釉原蛋白, 这是由于釉原蛋白基因外显子的不同拼接而造成的, 并可在转录后经磷酸化进行修饰。这些蛋白均富含脯氨酸、亮氨酸、组氨酸和谷氨酸, 为极性分子, 因此它们能溶解于各种离子强度和 pH 环境中。但在中性 pH 和 37℃ 环境中, 它们较易于形成所谓“纳米球 (nanospheres)”的超分子结构。正是这种特殊的结构被认为在釉质晶体的成核及晶体的生长方向和速度调控上发挥着重要作用。釉原蛋白在釉质发育的有机基质分泌期中的量可达到 90%, 且主要分布于晶体的间隙中, 而在成熟的釉质中则基本消失。

非釉原蛋白是一类性质和作用目前还不是十分清楚的硫酸化的酸性糖蛋白。一般认为包括釉蛋白 (enamelin)、成釉蛋白 (ameloblastin) 和釉丛蛋白 (tuftelin) 等。它们的基因分布于 1 号、4 号等常染色体上。作为酸性蛋白, 它们与羟磷灰石

有很强的亲和性。它们可存在于釉质分泌早期至釉质成熟后期的柱鞘、釉丛等部位，因此被认为具有较广泛的促进晶体成核和影响晶体生长形态的作用。其中，釉丛蛋白含有独特的半胱氨酸残基，从而使其具有潜在的形成分子间和分子内连接的能力。同时，由于釉丛蛋白主要存在于釉质牙本质交界处，因而被认为可结合于釉质牙本质界处的基质胶原表面，并促进早期的羟磷灰石晶体的成核。

釉基质蛋白酶是近几年才被人们认识的一类釉质基质蛋白，它们包括金属蛋白酶（metalloproteinases）和丝氨酸蛋白酶（serine proteinases）等，前者基因定位于11号常染色体上。目前认为金属蛋白酶主要参与了釉原蛋白和非釉原蛋白分泌后的修饰与剪接，而丝氨酸蛋白酶则主要在釉质成熟期分解晶体之间的釉原蛋白等基质蛋白，为釉质晶体的进一步生长提供空间。

釉质中的水以两种形式存在，即结合水和游离水，大部分是以结合水的形式存在，它们主要围绕在晶体周围，并借助于晶体表面的 OH^- 和 CO_3^{2-} 等极性基团而构成晶体的水合层，也可占据无机晶体中的钙空位，并可与釉基质中的蛋白质分子结合。

二、组织学结构

（一）釉柱 釉质的基本结构是釉柱（enamel rod）。釉柱是细长的柱状结构，起自釉质牙本质界，贯穿釉质全层而达牙的表面。在窝沟处，釉柱由釉质牙本质界向窝沟底部集中，呈放射状；而在近牙颈部，釉柱排列几乎呈水平状（图 1-2）。釉柱自釉质牙本质界至牙表面的行程并不完全呈直线，近表面 1/3 较直，而内 2/3 弯曲，在牙切缘及牙尖处绞绕弯曲更为明显，称为绞釉（gnarled enamel）（图 1-3）。

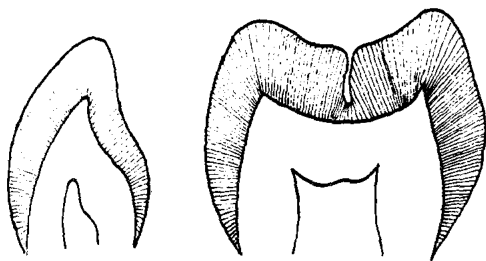


图 1-2 釉柱排列方向

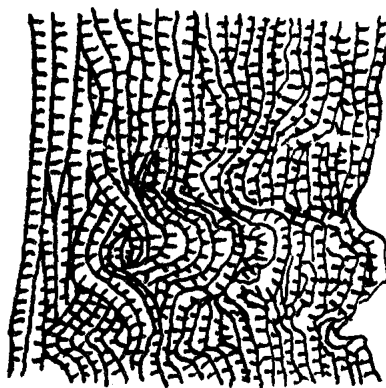


图 1-3 绞釉
图示釉柱近表面直，近釉
牙本质界处弯曲、扭绞

釉柱的直径平均为 $4\sim 6\mu\text{m}$ 。由于釉质表面积比釉质牙本质界处宽大，因此，釉柱的直径在表面者较深部为大。光镜下釉柱纵剖面可见有规律间隔的横纹（图 1-4a），扫描电镜下观察釉柱呈间断收缩（图 1-4b），横纹之间的距离约为 $4\mu\text{m}$ 。这可能与釉质发育期间基质节律性的沉积有关，其间的距离相当于基质每日形成的

量。横纹处矿化程度稍低，故当牙轻度脱矿时横纹较明显。

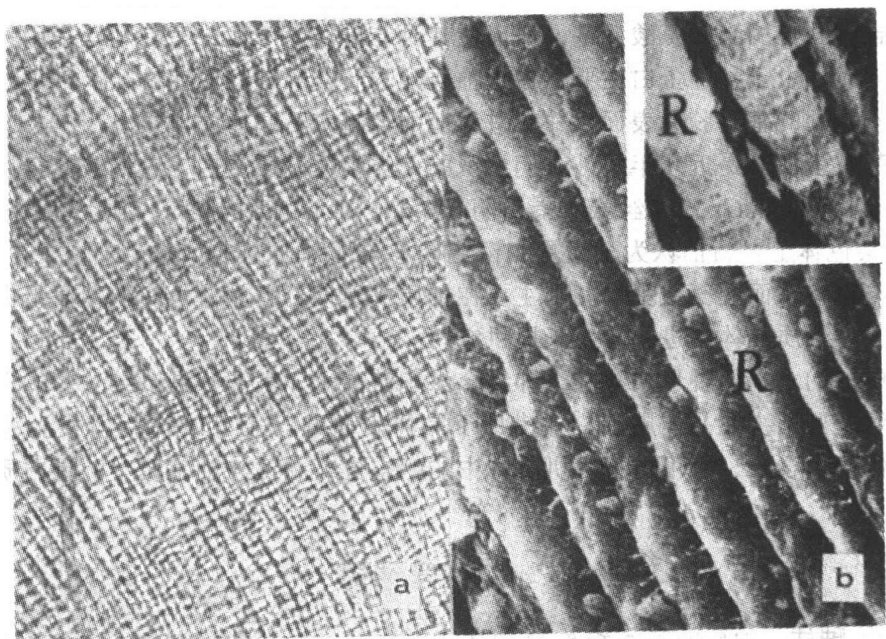


图 1-4 釉柱纵断面

a. 光镜下釉柱上见规律间隔的横纹 b. 扫描电镜观釉柱 (R) 及横纹 (箭头)

光镜下釉柱的横剖面呈鱼鳞状 (图 1-5)，电镜下观察呈球拍样，有一个近乎圆形、较大的头部和一个较细长的尾部。头部朝釉面方向，尾部朝牙颈方向。相邻釉柱均以头尾相嵌形式排列 (图 1-6)。

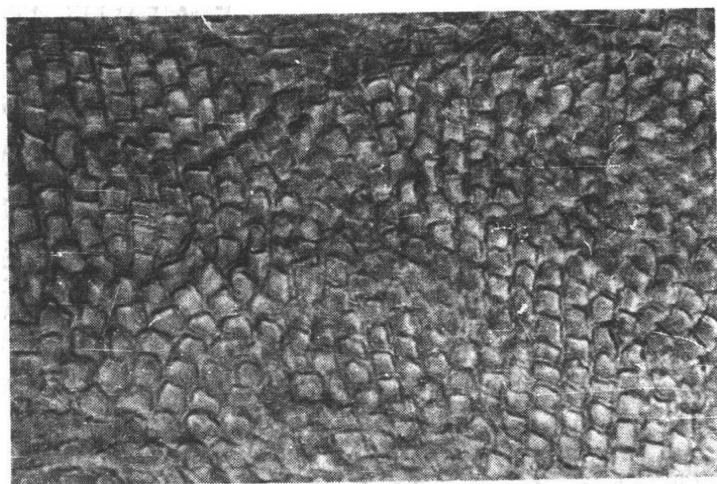


图 1-5 釉柱横断面

光镜下釉柱呈鱼鳞状

电镜观察可见釉柱是由有一定排列方向 (即择优取向) 的扁六棱柱形晶体所组成。晶体宽约 $40 \sim 90\text{nm}$ ，厚约 $20 \sim 30\text{nm}$ (图 1-7)，晶体长度一般认为在 $160 \sim$

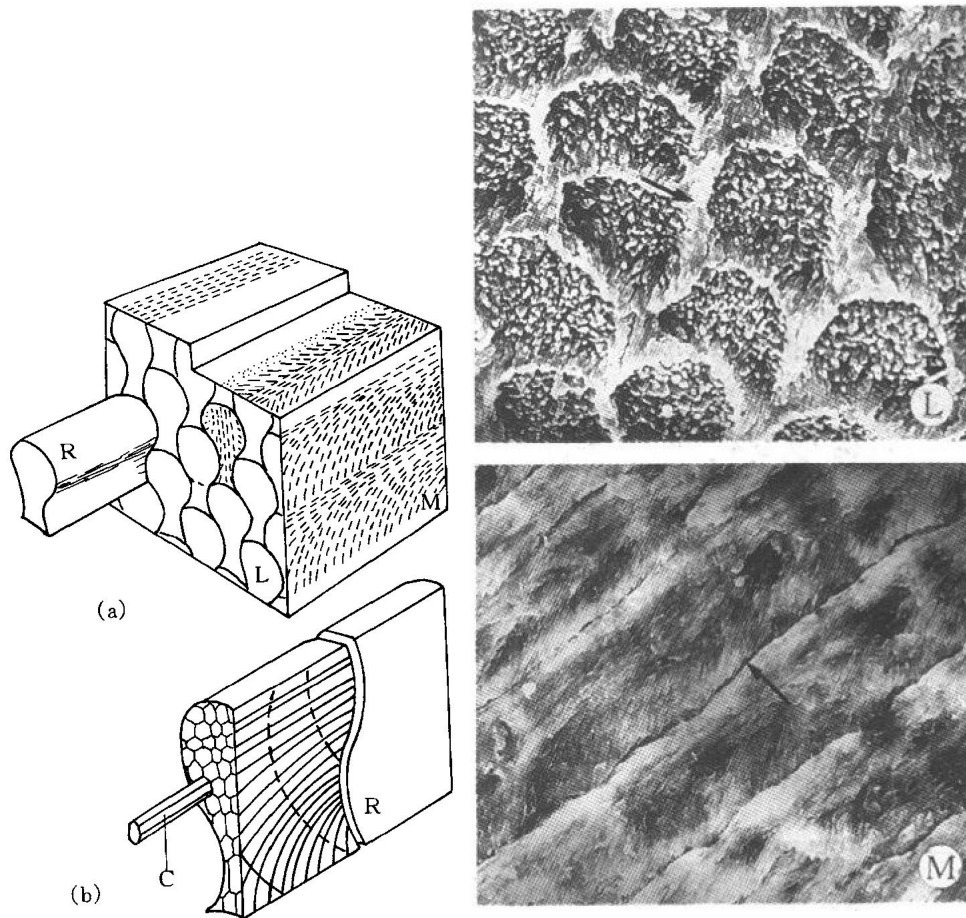


图 1-6 釉柱及晶体排列

(a) (b) 釉柱及晶体排列模式图 (R=釉柱) (C=晶体)

L: 釉柱横断面扫描电镜观 M: 釉柱纵断面扫描电镜观 (箭头所指为釉柱鞘)

1000nm 之间。这些晶体在釉柱的头部互相平行排列。它们的长轴 (C 轴) 平行于釉柱的长轴, 而从颈部向尾部移行时, 晶体长轴的取向逐渐与长轴成一角度, 至尾部时已与釉柱长轴呈 $65^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 的倾斜。因此, 在一个釉柱尾部与相邻釉柱头部的两组晶体相交处呈现参差不齐的增宽的间隙, 称为釉柱间隙, 正是这类间隙构成了釉柱头部清晰的弧形边界, 即所谓的釉柱鞘 (enamel rod sheath) (图 1-6)。

(二) 施雷格线 用落射光观察牙纵向磨片时, 可见宽度不等的明暗相间带, 分布在釉质厚度的内 $4/5$ 处, 改变入射光角度可使明暗带发生变化, 这些明暗带称为施雷格线 (Schreger line)。这是由于规则性的釉柱排列方向改变而产生的折光现象 (图 1-8)。

(三) 无釉柱釉质 在近釉质牙本质界最先形成的釉质和多数乳牙及恒牙表层约 $30\mu\text{m}$ 厚的釉质均看不到釉柱结构, 高分辨率电镜下可见晶体相互平行排列。内层无釉柱釉质 (rodless enamel) 被认为可能是成釉细胞在最初分泌釉质时, 托姆斯突 (Tomes processes) 尚未形成; 而外层则可能是成釉细胞分泌活动停止以及托姆