

图释圆锥角膜

TUSHI YUANZHUI JIAOMO

主 编 谢培英

副主编 迟 蕙 张 缨

北京大学医学出版社

图释圆锥角膜

主 编 谢培英

副主编 迟 蕙 张 纓

编 者 (按姓氏笔画排序)

王 丹 王志昕 迟 蕙 张 纓 杨丽娜

郭 曦 唐 琰 谢培英 澤野正

北京大学医学出版社

图书在版编目(CIP)数据

图释圆锥角膜/谢培英主编. —北京:北京大学医学出版社, 2009

ISBN 978-7-81116-530-2

I. 图… II. 谢… III. 角膜疾病—诊疗—图解 IV. R772.2-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第108976号

图释圆锥角膜

主 编: 谢培英

出版发行: 北京大学医学出版社(电话: 010-82802230)

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路38号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E-mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京画中画印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 曹 霞 **责任校对:** 金彤文 **责任印制:** 张京生

开 本: 787mm×1092mm 1/16 **印张:** 16 **字数:** 396千字

版 次: 2009年1月第1版 2009年1月第1次印刷 **印数:** 1—2500册

书 号: ISBN 978-7-81116-530-2

定 价: 96.00元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

前 言

圆锥角膜顾名思义，其特征是角膜失去正常的弧形，呈现圆锥形或类圆锥形的异常突出变形，从而导致角膜的光学性能严重降低，犹如照相机的镜头发生严重扭曲变形。圆锥角膜是青少年时期较常见的屈光性疑难疾病，好发于15~25岁年龄之间，国内外调查显示其患病率平均为1/2 000左右。青少年时期正处于人生的快速生长、发育和开阔视野的关键时期，因此能及早发现本病对减轻青少年视觉发育的危害性尤为重要。绝大多数圆锥角膜患者常波及双眼，虽然并不一定同时发病或程度同等。因此当发现一只眼出现圆锥角膜病变时，同时提醒医师和患者需要高度警惕另一眼的发病，需要采取相应的干预措施，预防和控制本病的进一步发生和发展。借助眼视光领域中角膜接触镜的先进技术可以使圆锥角膜的视觉质量迅速发生质的转变，能恢复或提高至正常视力及双眼视觉功能，从而保障了患者的正常学习、工作与生活，很多患者可以终生受益。随着角膜屈光性手术的增多，医源性圆锥角膜的发生率逐年增加，这提示我们需更加谨慎、科学地选择手术方法，一旦发生术后继发圆锥角膜亦需及时进行屈光重建的矫正与治疗，避免延误。

眼视光医学科学技术水平的不断提高，已使圆锥角膜的检出率明显提高，如何正确诊断与处理圆锥角膜已受到普遍关注，这方面既需要学习和掌握专业技能，同时又是大量临床经验的积累过程。北京大学医学部眼视光学研究中心和天津市眼科医院隐形眼镜中心十余年来在这一领域进行了多方面的临床与研究，有丰富的经验，所以很希望将我们的观点、体会以及经验加以提炼并整理成册，提供给国内同道，以进一步促进专业领域的技术交流。

《图释圆锥角膜》是国内第一本重点从视光学角度用图解方法诠释圆锥角膜的实用型专著，集国际和国内最新理论和方法为一体，对圆锥角膜的病理生理、病因、诊断、矫正和治疗等进行了系统、详细、直观的介绍。本书中大量图片和病例相结合，内容丰富，用词严谨，科学实用，是一本指导性很强的学术专著，可作为临床眼科医师、视光医师、医学院校学生学习和工作的参考书，也可为医学院校的教师和科研人员提供参考。

鉴于我们水平有限，也不可能面面俱到，有不足之处还请各位同道多多指正。

谢培英
2008年6月

目 录

| | |
|-------------------------------|-----|
| 第 1 章 正常角膜组织与超微结构 | 1 |
| 一、角膜上皮细胞层和前弹力层 | 1 |
| 二、角膜基质细胞层和后弹力层 | 4 |
| 三、角膜内皮细胞层 | 5 |
| 四、角巩膜缘 | 6 |
| 五、角膜血管和神经 | 7 |
| 六、激光共焦显微镜观察到的角膜正常结构图像 | 8 |
| 第 2 章 圆锥角膜的患病率及临床症状 | 11 |
| 一、患病率调查 | 12 |
| 二、圆锥角膜的临床分型与征象 | 13 |
| 三、角膜形态变异调查 | 26 |
| 第 3 章 圆锥角膜的组织病理 | 32 |
| 一、病因学及发病机制 | 32 |
| 二、组织病理表现 | 34 |
| 三、超微结构表现 | 37 |
| 四、共焦显微镜观察 | 40 |
| 五、圆锥角膜配戴 RGPCL 后共焦显微镜观察 | 42 |
| 第 4 章 圆锥角膜的角膜地形图改变 | 47 |
| 一、角膜地形图基本形态 | 47 |
| 二、病变程度 | 51 |
| 三、角膜地形图显示方式 | 54 |
| 四、双眼发病状态 | 64 |
| 五、角膜地形图圆锥角膜筛查软件 | 78 |
| 六、角膜地形图分析的数学模型 | 84 |
| 第 5 章 圆锥角膜的接触镜验配技术 | 95 |
| 一、角膜接触镜的选择 | 95 |
| 二、圆锥角膜的实际验配技术 | 102 |
| 第 6 章 接触镜矫正圆锥角膜的视觉质量 | 155 |
| 一、矫正视力 | 155 |
| 二、计算机辅助的角膜地形图检查 | 158 |
| 三、波前像差改变 | 163 |
| 四、对比敏感度 / 眩光对比敏感度的改变 | 168 |

| | |
|---|-----|
| 第 7 章 角膜接触镜的塑形效果 | 171 |
| 一、国内临床研究..... | 171 |
| 二、国外长期配戴 RGPCL 的临床效果介绍..... | 185 |
| 第 8 章 继发性圆锥角膜 | 187 |
| 一、屈光性角膜手术后继发圆锥角膜..... | 187 |
| 二、眼外伤术后病毒性角膜炎继发圆锥角膜..... | 200 |
| 第 9 章 角膜移植手术后 RGPCL 验配 | 212 |
| 一、角膜移植术的适应证..... | 212 |
| 二、角膜移植术后角膜形态改变..... | 213 |
| 三、角膜移植术后屈光矫正..... | 215 |
| 四、角膜移植术后配戴硬性透气性角膜接触镜效果..... | 216 |
| 五、注意事项..... | 219 |
| 六、典型病例介绍..... | 220 |
| 七、角膜基质环置入术后病例..... | 229 |
| 第 10 章 圆锥角膜长期配戴 RGPCL 对眼表的影响 | 232 |
| 一、长期戴镜的一般安全性探讨..... | 232 |
| 二、长期戴镜对角膜的影响..... | 232 |
| 三、长期戴镜对结膜的影响..... | 235 |
| 四、长期戴镜对泪膜的影响..... | 237 |
| 参考文献 | 240 |

角膜是高度屈光和清晰透明的组织，是接受视觉信息的最前端，约占眼球纤维膜的1/6。从后面看，角膜为圆形，从前面看，角膜外形因上下不透明的角巩膜缘而略呈椭圆形。角膜直径水平为11.5～12mm（平均11.7mm），垂直为10.5～11mm（平均10.6mm）。

显微镜下观可见角膜横剖面分5层（图1-1）：上皮细胞层、前弹力层、基质层、后弹力层及内皮细胞层。角膜无血管，组成简单，纤维排列规则、精密，可保证光线穿过（图1-2）。

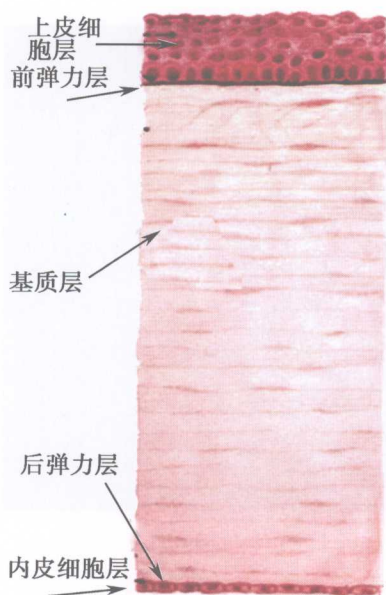


图 1-1 角膜切面示意图

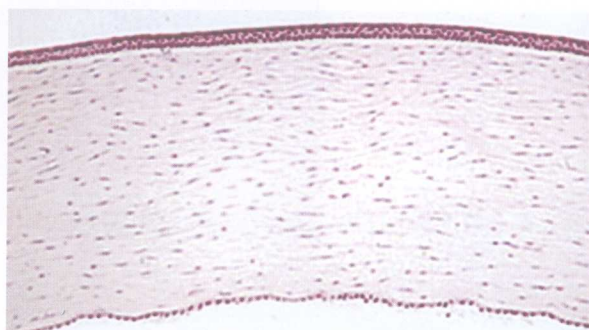


图 1-2 角膜组织光学显微镜图

一、角膜上皮细胞层和前弹力层（图 1-3 ~ 图 1-10）

角膜上皮细胞层占整个角膜厚度的10%。角膜中央部分由5～6层细胞组成。上皮细胞层为复层上皮，其特点为：角膜上皮厚度均一，光滑湿润并规则，形成弯曲的表面，电子显微镜下可见上皮的表面有微褶皱和微绒毛，增加了表面积，为泪膜提供了一个衬底，有利于泪膜的粘附，使泪膜稳定。

角膜上皮层细胞分3种：2层表层鳞状细胞、2～3层翼状细胞和单层柱状基底细胞。外表面细胞为2层扁平的鳞状细胞，为薄而重叠的多角形细胞，无角化；中间的翼状细胞为2～3层多角形细胞，覆盖在基底层，呈“翼状”突进基底细胞间，两侧呈“翼状”与毗邻细胞相连接；内基底细胞位于最深层，为单层矮圆柱状细胞，栅状排列，半球形前表面，核



图 1-3 角膜复层上皮细胞示意图

EP: 角膜上皮; B: 基底膜; ST: 基质层, 光镜 × 380

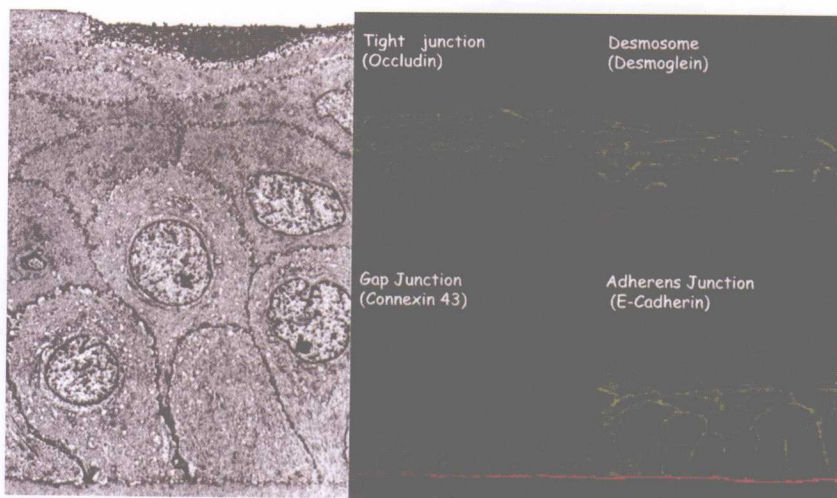


图 1-4 角膜上皮的连接

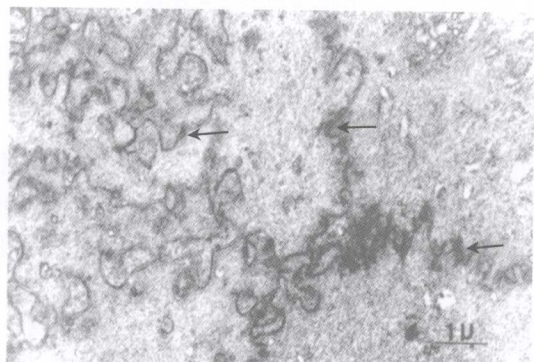


图 1-5 角膜上皮基底细胞半桥粒连接

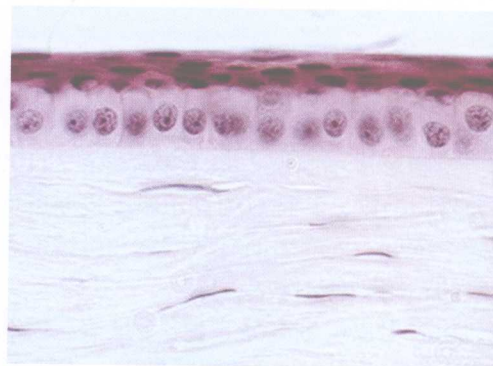


图 1-6 角膜上皮基底细胞

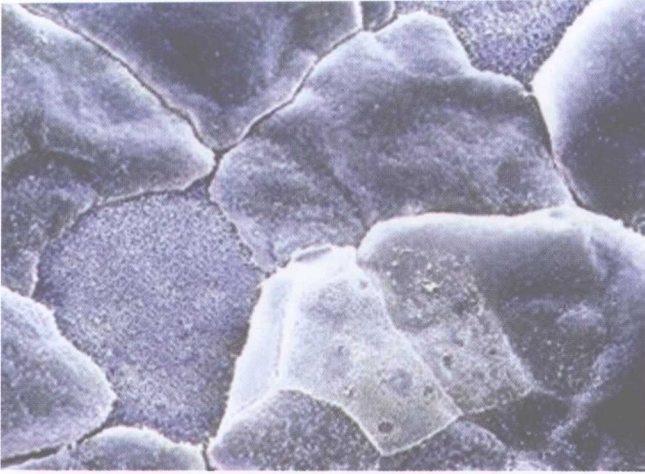


图 1-7 角膜上皮扁平细胞



图 1-8 扫描电镜下的角膜上皮表层细胞
(引自：谢立信，史伟云主编. 角膜病学. 北京：人民卫生出版社，2007.)

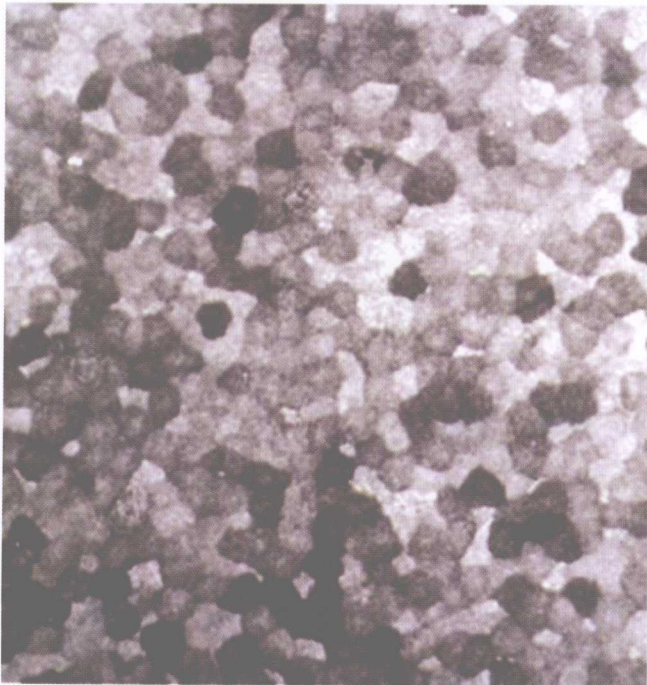


图 1-9 角膜上皮扫描电镜图

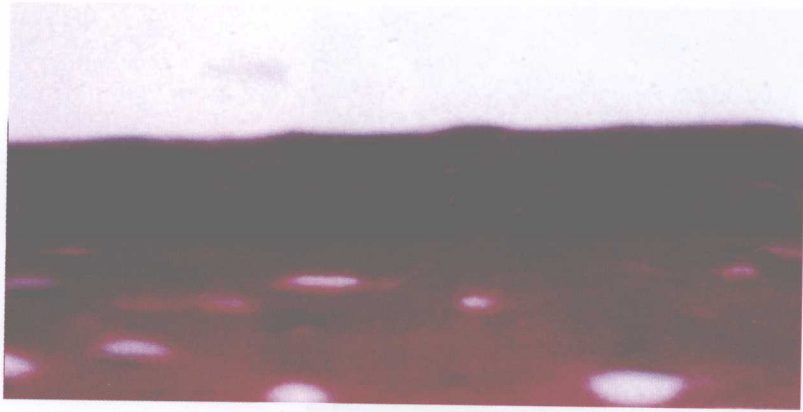


图 1-10 角膜上皮的 PAS 染色

卵圆形。另外基底层还有黑色素细胞（在周边角膜）、巨噬细胞、淋巴细胞。细胞的更新时间，即基底细胞分裂至移动到表面大约需要 7 天。

前弹力层又称 Bowman 膜，是一层无细胞的组织，透明均质状，厚度为 $8 \sim 14\mu\text{m}$ ，周边 $1/3$ 较厚并且在角巩缘附近变薄，终止于角膜缘。

二、角膜基质细胞层和后弹力层（图 1-11，图 1-12）

角膜基质由胶原纤维组成板层结构，胶原纤维集成扁平的纤维束。纤维束互相联合，形成规则的纤维板。同一板层内的胶原纤维互相平行，胶原纤维的长度横跨整个角膜。纤维细胞位于角膜基质的板层之间，细胞具有细的、扁平的、长的分支突起，与其相邻的纤维细胞分支突起相连接。

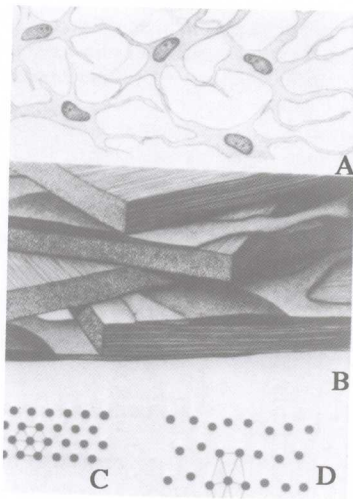


图 1-11 角膜细胞和角膜板层

A: 角膜细胞；B: 胶原纤维板层结构；C: 正常实质内胶原纤维排列（透明）；D: 病态，排列紊乱（不透明）

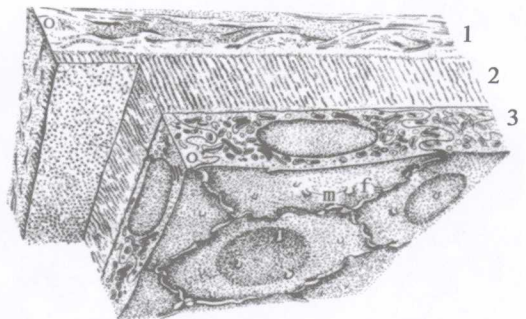


图 1-12 角膜深层的三维结构示意图

1. 角膜深层的基质 2. 后弹力层 3. 内皮细胞层
(引自：李秋明，郑广璞主编. 眼科应用解剖学. 郑州：郑州大学出版社，2002.)

三、角膜内皮细胞层 (图 1-13 ~ 图 1-15)

角膜内皮细胞层由40万~50万个多角形(主要是六角形)细胞单层排列而成,细胞厚约 $5\mu\text{m}$,直径约 $19\sim 20\mu\text{m}$,内皮细胞核是扁平的,直径为 $7\mu\text{m}$,核位于细胞中央。内皮细胞间呈紧密连接。



图 1-13 扫描电子显微镜下观察角膜内皮细胞

(引自: 谢立信, 史伟云主编. 角膜病学. 北京: 人民卫生出版社, 2007.)

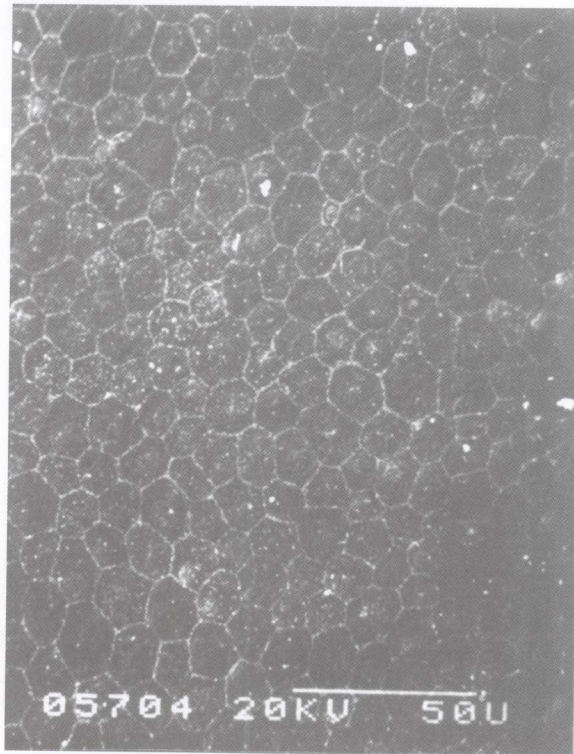


图 1-14 扫描电子显微镜观察角膜内皮细胞, 六角形细胞紧密排列

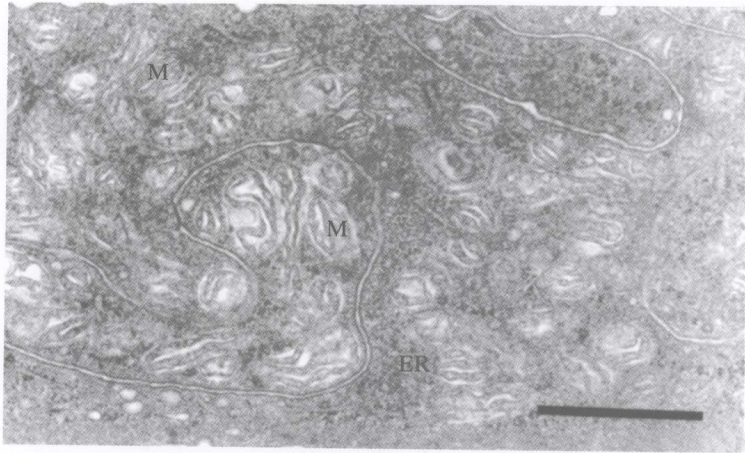


图 1-15 正常人眼角膜内皮细胞超微结构示意图
M: 线粒体; ER: 粗面内质网, $\times 25\ 000$

四、角膜缘缘 (图 1-16)

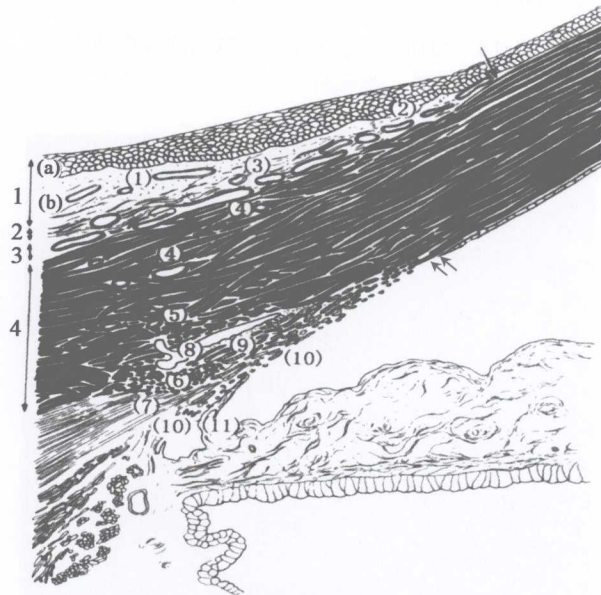


图 1-16 角膜缘结构示意图

1. 靠近角膜缘的结膜, 由上皮 (a) 及疏松的结缔组织基质 (b) 所构成; 2. Tenon囊; 3. 巩膜上层; 4. 角膜缘的基质。巩膜组织与角膜组织相融合的部位结膜基质的血管 (1) 形成角膜缘周围的血管网 (2), 向前伸延到前弹力层的终末。上巩膜血管 (3) 分布在不同的平面。在角膜缘基质内可见巩膜内血管丛 (4)、深巩膜血管丛 (5)。巩膜突 (6) 为致密的胶原纤维所构成。前部纵行的睫状肌 (7) 与巩膜突及小梁网相连接。Schlemm 管腔 (8) 及其管壁的疏松组织。角膜缘小梁网的薄片 (9) 被葡萄膜小梁网的小带 (10) 所覆盖。虹膜突 (11) 起始于虹膜前面, 在巩膜突的前部与小梁网相连接。(↑) 所示为后弹力层的终末端。

(引自: 李秋明, 郑广瑛主编. 眼科应用解剖学. 郑州: 郑州大学出版社, 2002.)

五、角膜血管和神经 (图 1-17, 图 1-18)

(一) 角膜周边血管

正常角膜是透明的, 没有血管伸入, 血管终止在角膜缘, 形成角膜缘血管网, 营养成分由此扩散进入角膜。组成血管网的血管来自睫状前动脉, 睫状前动脉在肌腱止端处分出较小的巩膜上支, 前行至角膜缘, 组成角膜缘血管网, 并发出小支至前部球结膜, 为结膜前动脉。

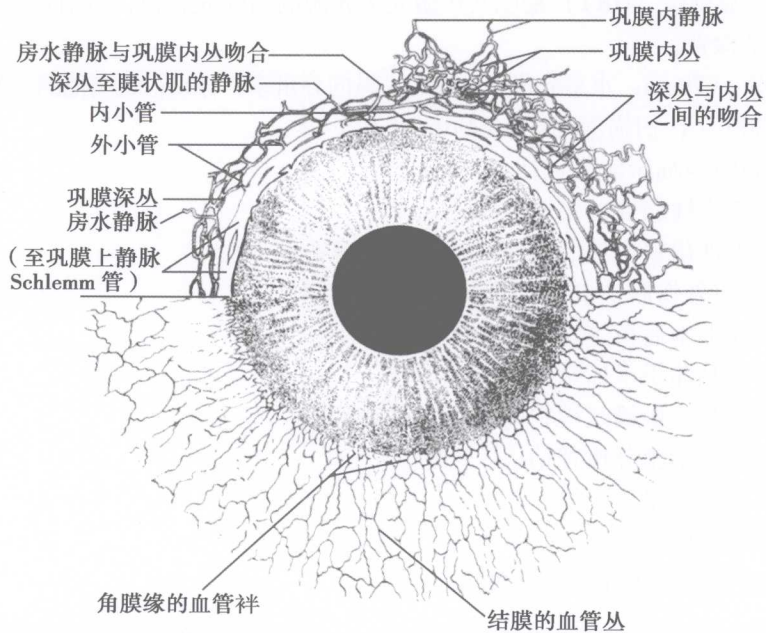


图 1-17 角膜缘和结膜血管丛

(引自: 李秋明, 郑广瑛主编. 眼科应用解剖学. 郑州: 郑州大学出版社, 2002.)

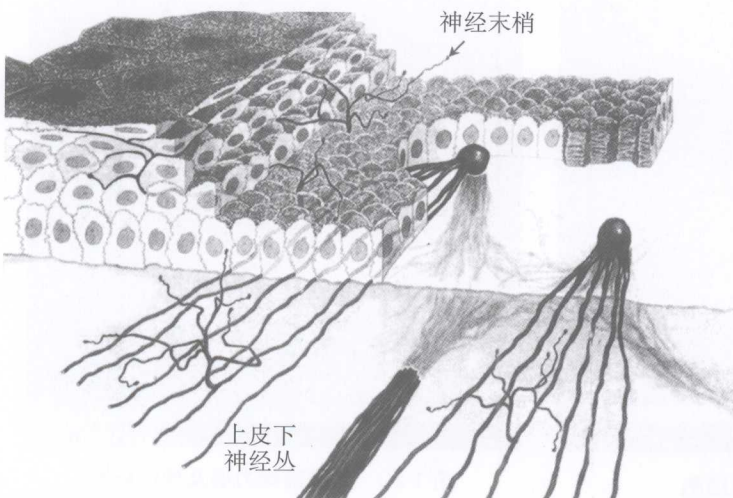


图 1-18 角膜神经末梢通过前弹力层和上皮基底膜进入上皮层模式图

(二) 角膜神经分布

角膜是身体中感觉神经分布最丰富的部位之一，感觉敏锐，遇外伤或异物等可迅速感知，并引起反射性瞬目，借以保护眼球，尤其在角膜中央5mm直径的圆形区域内敏感度最高，周边部相对较弱。角膜的神经主要来自三叉神经上颌支的眼支。角膜神经穿过前弹力层，在基底细胞的基底膜附近失去神经鞘进入角膜上皮层。

六、激光共焦显微镜观察到的角膜正常结构图像（图 1-19 ~ 图 1-27）

激光共焦显微镜（HRT）是以共焦激光为光源的活体显微镜，可对角膜进行细胞形态学的活体组织学检查。

激光光源：670nm；水平分辨率：1 μ m；纵向分辨率：1 μ m；观测范围：400 μ m \times 400 μ m；放大倍率：800 \times ；扫描深度：1500 μ m。

共焦显微镜的临床应用包括：

1. 角膜感染性病变的快速诊断。
2. 非感染性角膜疾病的诊断（变性，营养不良等）。
3. Lasik 或外伤后伤口愈合情况检查。
4. 角膜成形术后再生状况随访。
5. 角膜及晶体手术后基质状况随访。
6. 配戴角膜接触镜过程中的角膜各层的监控。
7. 角膜各层细胞分析评估。
8. 角膜厚度测量。
9. 活体角膜断层观察。
10. 自动图像分析和细胞计数。

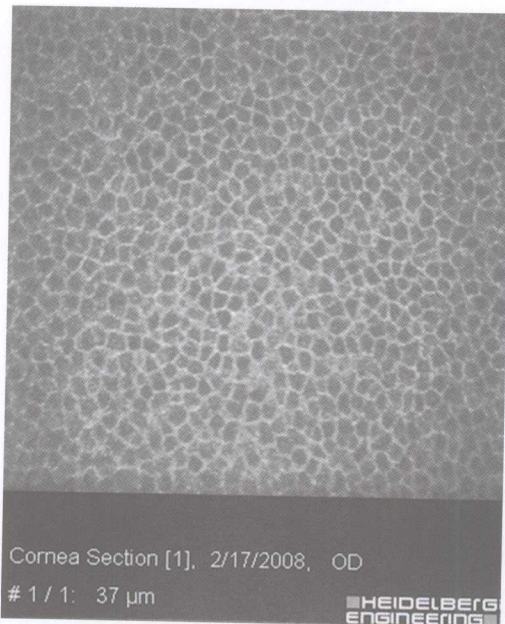


图 1-19 角膜上皮细胞

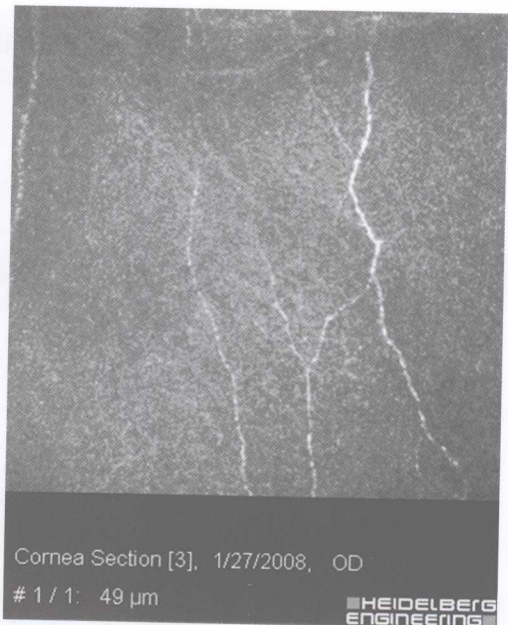


图 1-20 角膜前弹力层及神经纤维

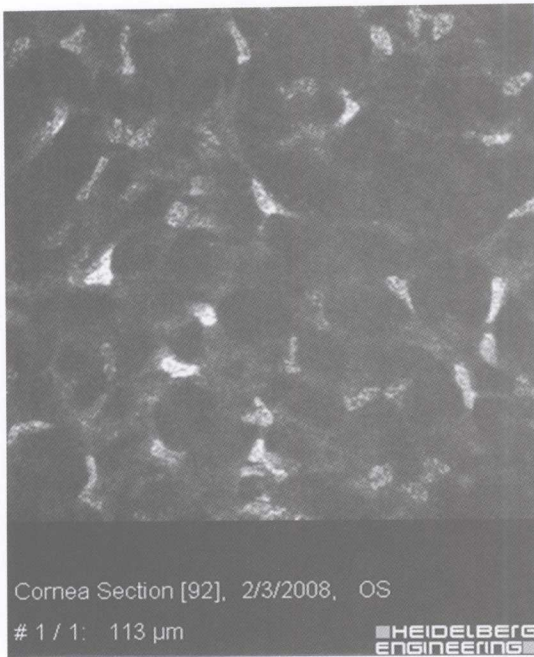


图 1-21 角膜基质层 1

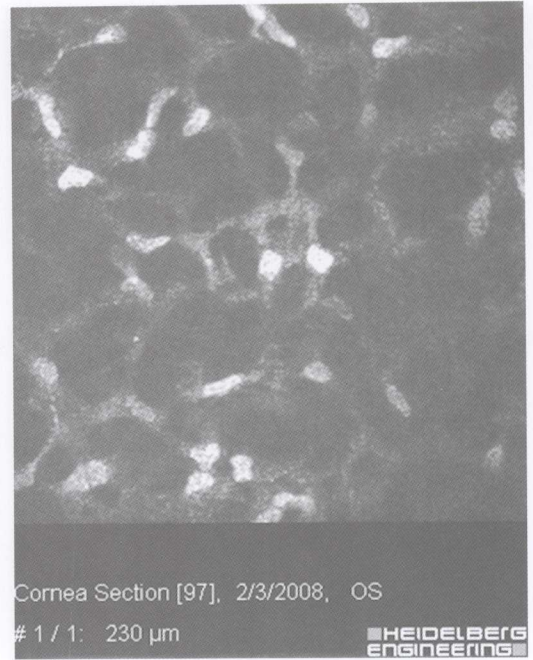


图 1-22 角膜基质层 2

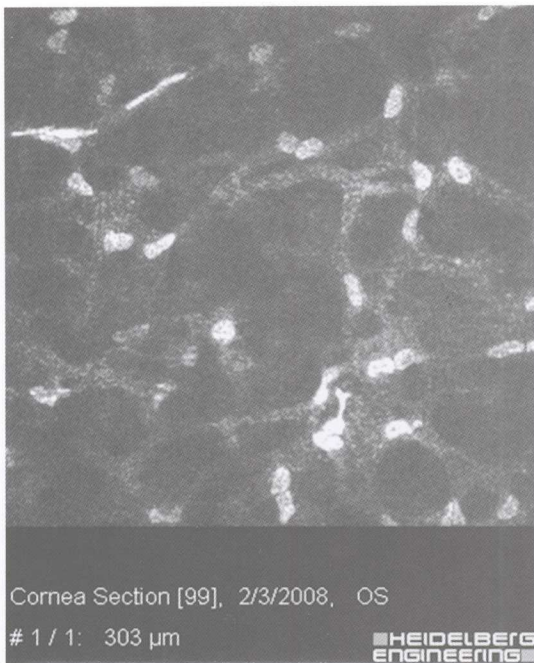


图 1-23 角膜基质层 3

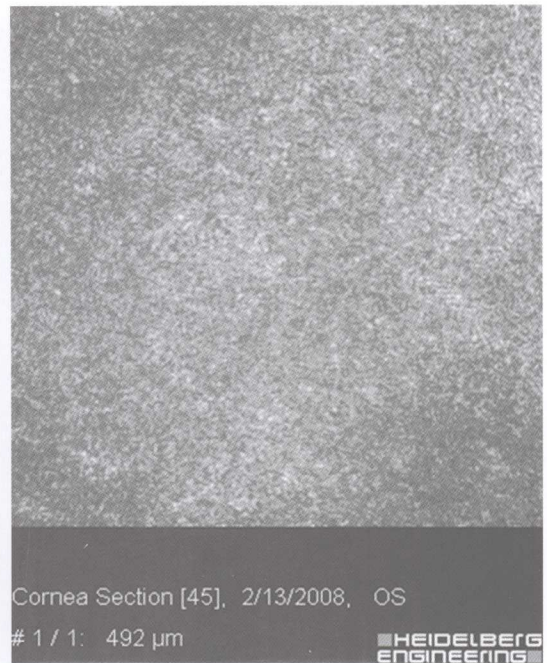


图 1-24 角膜后弹力层

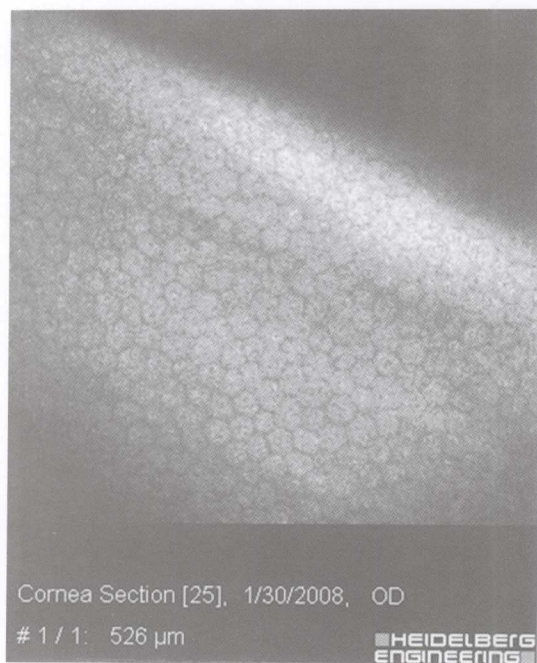


图 1-25 角膜内皮细胞

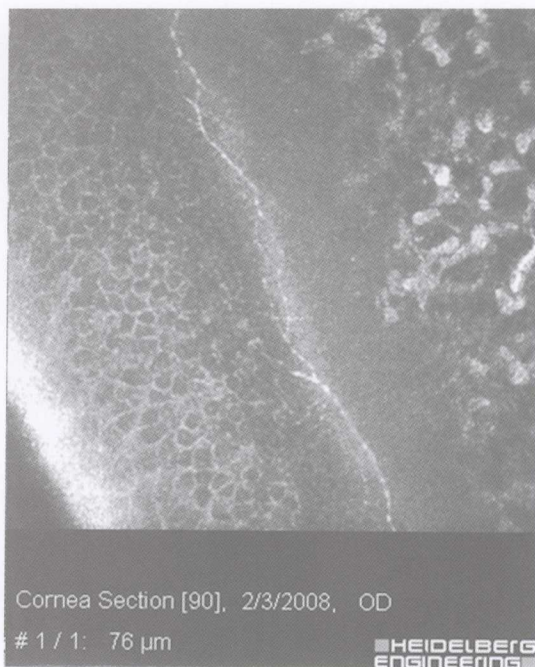
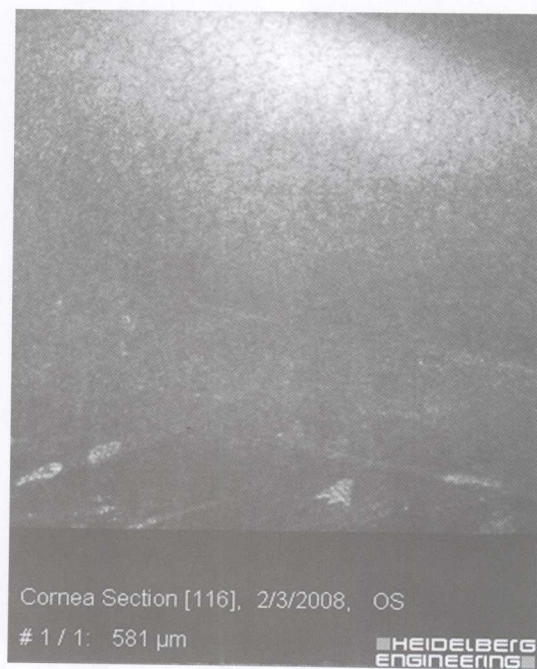
图 1-26 角膜上皮细胞、前弹力层和
前基质层断面图

图 1-27 角膜内皮、后弹力层和角膜基质断层图

2

圆锥角膜的患病率及临床症状

圆锥角膜示意图见图 2-1，图 2-2，图 2-3。

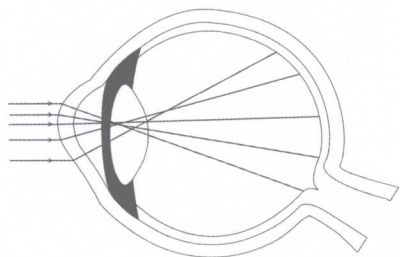


图 2-1 圆锥角膜形态示意图

角膜前突变形形成高度近视和不规则散光严重干扰视觉功能

图 2-2 正常眼侧方观察
角膜呈椭圆弧形

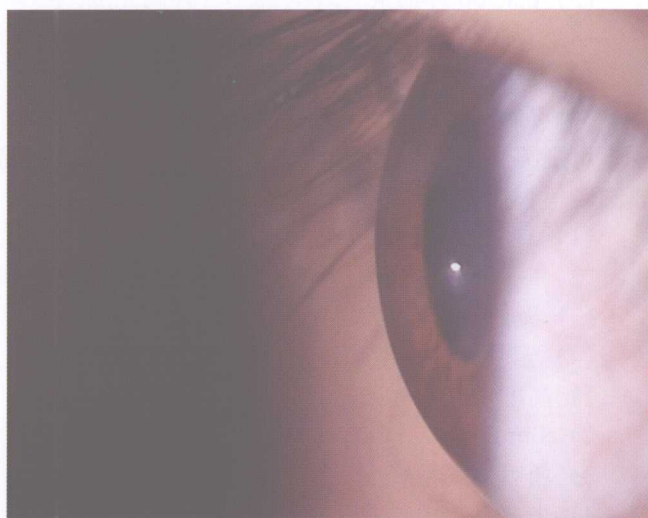


图 2-3 圆锥角膜侧方观察
角膜中央区前突圆锥样改变