实用隐形眼镜学

钟兴武　龚向明　主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

隐形眼镜，又称角膜接触镜，近年隐形眼镜已广泛用于矫正屈光不正、治疗眼病、美容以及矫治老视，以其美观、方便、视觉效果好等优点而越来越受到广大配戴者的喜爱。本书系统介绍了隐形眼镜的基础、适应证的选择、验配规范、护理规范、相关并发症及其预防与处理。同时，本书的内容也是中山大学中山眼科中心和天津医科大学眼科医院专家多年的教学和临床经验的总结，非常适合医学院校的视光学系师生、眼科医师、视光师及相关眼镜从业人员学习使用和作为参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

实用隐形眼镜学/钟兴武，龚向明主编. —北京：科学出版社，2004.1

ISBN 7-03-012553-3

Ⅰ.实… Ⅱ.①钟… ②龚… Ⅲ.角膜接触镜 Ⅳ.R778.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 109225 号

责任编辑：吴茵杰 夏 宇 / 责任校对：钟 洋

责任印制：刘士平 / 封面设计：卢秋红

版权所有，违者必究，未经本社许可，数字图书馆不得使用

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

http://www.sciencep.com

印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 1 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2004 年 1 月第一次印刷 印张：12 插页：2

印数：1—3 000 字数：278 000

定价：32.00元

（如有印装质量问题，我社负责调换〈科印〉）

《实用隐形眼镜学》编写人员

主 编　钟兴武　龚向明

编 委（按姓氏笔画排序）

杨　晓　（中山大学中山眼科中心）

张　缨　（天津医科大学眼科医院）

陈　翔　（中山大学中山眼科中心）

葛　坚　（中山大学中山眼科中心）

俞阿勇　（温州医学院）

钟兴武　（中山大学中山眼科中心）

龚向明　（中山大学中山眼科中心）

前　言

隐形眼镜以其美观、方便、视觉效果好而广受欢迎。自从在临床应用以来，隐形眼镜在矫正视力、治疗某些眼疾，促进视觉发育、保护眼部健康等方面发挥了巨大的作用。随着现代科学技术的进步，隐形眼镜也得以日新月异地发展。近几年，我国视光学的发展很快，隐形眼镜的需求更是不断增加。但隐形眼镜属于医疗用品，其验配在我国还需进一步规范，这就要求我们培养一支既有扎实专业理论知识，又有临床实际操作能力的，从事隐形眼镜验配的专业队伍。为了满足广大医务工作者和隐形眼镜从业人员在实用性、操作性以及新进展等方面的需求，我们编著了这本隐形眼镜专著。

本书力图涉及隐形眼镜的各个方面，包括隐形眼镜的基础理论、镜片设计、临床验配技术、规范的护理程序、眼部并发症处理等，特别在软性和硬性透气隐形眼镜的验配、角膜塑形镜（OK 镜）的设计理念和验配技术、手术后（包括屈光手术、角膜移植术和白内障摘除术）隐形眼镜的验配、散光的隐形眼镜矫正、圆锥角膜的隐形眼镜矫正、老视的隐形眼镜矫正、治疗性隐形眼镜等方面进行了详尽的描述。本书对临床实际操作以及对视光学的隐形眼镜教学具有一定的指导意义，适应视光学日益发展的需要，同时也希望能满足眼科医疗工作者以及隐形眼镜验配工作者的临床需要。本书编者长期从事隐形眼镜的临床、教学和科研工作，本书的大部分内容还曾作为中山大学视光学系和广东省职业技能鉴定所眼镜从业者培训班的隐形眼镜教材使用。

本书的编写过程中得到了国内外很多专家、教授以及从事隐形眼镜教学和实际验配操作技术人员的帮助，在此特表示衷心的感谢。本书的出版还得到中山大学中山眼科中心、中山大学视光学系领导和老师的支持和帮助，中山大学视光学系聂昊辉、刘志军、黄娟、刘念、杨文照等老师对本书文字的计算机录入和校阅做了大量的工作，在此一并致谢。

由于时间仓促，限于笔者的知识面和经验，错谬难免，恳请读者不吝指教。

编　者

2003 年 9 月于广州

目　　录

第一章　隐形眼镜概论……（1）
　第一节　隐形眼镜的历史和发展……（1）
　第二节　我国隐形眼镜发展概况……（3）
　第三节　隐形眼镜的分类……（3）
第二章　隐形眼镜配戴相关的解剖学、组织学与生理学……（6）
　第一节　眼球的解剖学、组织学与生理学……（6）
　第二节　眼附属器的解剖学、组织学和生理学……（13）
　第三节　视路……（17）
　第四节　配戴隐形眼镜对眼前节的可能影响……（19）
第三章　隐形眼镜光学……（21）
　第一节　隐形眼镜光学系统和屈光度计算……（21）
　第二节　隐形眼镜顶点屈光度换算……（22）
　第三节　泪液透镜……（24）
　第四节　隐形眼镜矫正散光的光学原理……（26）
　第五节　隐形眼镜放大倍率……（31）
　第六节　隐形眼镜调节……（35）
　第七节　隐形眼镜辐辏……（37）
　第八节　隐形眼镜视野……（39）
　第九节　隐形眼镜像差……（40）
　第十节　隐形眼镜的棱镜效应……（42）
　第十一节　隐形眼镜光学的优缺点……（42）
第四章　隐形眼镜的材料、设计和生产工艺……（43）
　第一节　隐形眼镜材料……（43）
　第二节　隐形眼镜设计……（47）
　第三节　隐形眼镜的生产工艺……（51）
第五章　隐形眼镜的适应证与非适应证……（54）
　第一节　软性隐形眼镜……（54）
　第二节　硬性隐形眼镜……（55）
第六章　隐形眼镜验配的相关检查……（57）
　第一节　隐形眼镜配戴前的眼部常规检查……（57）
　第二节　隐形眼镜配戴前的泪液检查……（59）

第三节　隐形眼镜配戴前的眼部参数测量 …… (60)
第四节　角膜的其他特殊检查 …… (62)
第五节　验光 …… (64)
第六节　隐形眼镜镜片参数的检测 …… (84)
第七节　隐形眼镜配戴者的随访检查 …… (89)
第七章　球面软性隐形眼镜验配 …… (91)
第一节　软性隐形眼镜的分类及配戴者选择 …… (91)
第二节　软性隐形眼镜的规范验配 …… (93)
第八章　球面硬性透气性隐形眼镜验配 …… (96)
第一节　硬性透气性隐形眼镜的材料 …… (96)
第二节　球面硬性透气性隐形眼镜的验配方法 …… (97)
第三节　硬性透气性隐形眼镜配适评估 …… (98)
第九章　角膜矫形镜 …… (102)
第一节　角膜矫形镜的发展与镜片设计原理 …… (102)
第二节　角膜矫形镜的优点与适应证 …… (105)
第三节　角膜矫形镜的验配 …… (106)
第四节　角膜地形图检查 …… (109)
第五节　镜片配适不良与解决方法 …… (112)
第六节　角膜矫形镜的并发症与处理 …… (113)
第十章　隐形眼镜的特殊应用 …… (117)
第一节　散光隐形眼镜 …… (117)
第二节　治疗性软性隐形眼镜 …… (120)
第三节　老视眼的隐形眼镜配戴 …… (123)
第四节　圆锥角膜的隐形眼镜配戴 …… (138)
第五节　角膜移植术后隐形眼镜的配戴 …… (141)
第六节　无晶体眼的隐形眼镜配戴 …… (147)
第七节　角膜屈光手术后的隐形眼镜配戴 …… (149)
第八节　美容性和修复性彩色隐形眼镜 …… (155)
第九节　色盲隐形眼镜 …… (157)
第十一章　隐形眼镜的规范护理 …… (159)
第一节　软性隐形眼镜的护理和保养 …… (159)
第二节　硬性透气性隐形眼镜的护理和保养 …… (164)
第三节　隐形眼镜的配戴与摘镜 …… (165)
第十二章　隐形眼镜配戴的眼部并发症 …… (167)
附录 …… (174)
参考文献 …… (182)
图版

第一章　隐形眼镜概论

角膜接触镜(contact lens),由于镜片薄而透明,覆盖在角膜表面,不容易被别人看见,因而在国内又被称为隐形眼镜。隐形眼镜以其美观、方便、视觉效果好而广受欢迎。

第一节　隐形眼镜的历史和发展

一、早期的临床应用

追溯隐形眼镜的历史,早在 15 世纪、16 世纪开始,就有先驱者设想和尝试用充满水的容器与角膜接触,形成新的屈光界面,用以矫正角膜散光。但是,真正意义上的隐形眼镜产生应该是 1888 年,Adolf Eugene Fick 发明了巩膜接触镜,并首先试用于兔子,然后自己配戴,最后应用于 6 名患者,这种隐形眼镜可以在人眼上连续配戴 2 小时。同年,Panas 为圆锥角膜的患者配用玻璃隐形眼镜片。1889 年,August Müller 用隐形眼镜矫正自己 14.00D 的近视,这是有屈光度的隐形眼镜最早记载,并且他开始认识到泪液的重要代谢功能和正常的泪液循环对于隐形眼镜的成功配戴是很重要的。

1921 年,随着光学工业的兴起,隐形眼镜的工艺有了很大的发展。德国的 Zeiss 公司应用车削的方法,制造了不同角膜曲率半径的角巩膜镜片。Müller 公司应用吹玻璃的技术制造角巩膜镜片,大大增加了隐形眼镜戴镜的舒适性和延长了戴镜时间。

20 世纪 30 年代,隐形眼镜的设计又有了较大的发展。Dallos 发现,如果镜片配戴较松,可以增加泪液的循环,那么可以延长戴镜的时间。为了增加泪液的循环,他设计了增大角膜缘弧度的镜片,后来又设计了在角巩膜接合处有孔的镜片。

二、从玻璃镜片到 PMMA 材料镜片

1934 年,聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)材料被合成。1937 年,美国的视光师 Feinbloom 设计了巩膜部分是 PMMA 材料、角膜部分为玻璃的隐形眼镜。一年以后,英国 Dixeys 公司和美国 Obrig 实验室用 PMMA 材料生产巩膜镜片,同时简单的压模成形工艺也开始应用。在这一时期,Obrig 还提出了如何用荧光素和蓝光观察和指导镜片的配适。

三、从巩膜镜片到角膜镜片

20 世纪 40 年代,制造无巩膜部分镜片的想法开始出现。1950 年,美国的 Tuohy 开始给患者配戴角膜镜片,这种镜片后表面为双弧面,直径在11～13mm。由于这种镜片调整了曲率半径,改善了泪液的交换,从而增加了戴镜舒适性,延长了戴镜时间,容易被患者接受。1956 年,英国的 Bier 设计了一种小于角膜直径并改进边缘和曲率半径的镜片,进一步改善了角膜的供氧状态,大大增加了舒适性和延长了戴镜时间。

四、软镜

1963 年,原捷克斯洛伐克的 Otto Wichterle 在研究人体植入材料时发现了一种称为聚甲基丙烯酸羟乙酯(hydroxyethl methacrylate, HEMA)的材料;随后通过实验,他又发明了一种称为旋转成型的技术(spin-casting technique),这种技术可以将此材料制成软性隐形眼镜片。1971 年,美国博士伦公司(Bausch & Lomb)获得此技术,并率先于 1972 年成功地将软性隐形眼镜推向市场,软性隐形眼镜以其配戴舒适而广受欢迎。但是,早期的软镜由于材料透氧性较差以及镜片护理等方面的原因,在临床应用过程中出现了角膜水肿、角膜染色、护理液毒性反应、过敏反应、结膜炎和角膜炎,甚至角膜溃疡等并发症。后来,软镜的材料和设计以及护理液不断得到改进,大大提高了戴镜舒适性,明显减少了并发症的发生。

20 世纪 70 年代后期,英国的 John de Carle 最先提出了长戴型隐形眼镜的概念,基于高含水量的软镜可以过夜配戴的观点,他用含水量为 71% 的 HEMA 的共聚合物制成长戴型软性隐形眼镜。但是,长戴型软镜的应用明显增加了并发症的发生,随后的研究发现这些并发症的发生主要与角膜缺氧有关。1998 年,美国视康公司率先研制并获得透气软镜的专利,这种硅水凝胶材料制作的软性镜片透氧性大大提高,DK/t 超过 175×10^{-9},被美国食品与药物管理局(FDA)批准可连续配戴 30 天。该种镜片的基质为硅氧烷丙烯酸酯与水凝胶的混合物,材料的双合结构具备双位相通道,有机硅成分构成氧通道,使该种镜片的透氧量超过寻常单纯水凝胶镜片 6 倍以上,而水凝胶成分构成的水和离子通道可使镜片内外的泪液充分交通,有效的维持了镜片下环境的湿润性,从而完美地实现了软性隐形眼镜使用者戴镜过夜的理想。

五、从不透气到透气性硬镜

聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)材料以其光学性能好、易加工制造、经久耐用、参数稳定、表面湿润性佳等优点而被认为是隐形眼镜较理想的材料,但是它也有一个很大的缺点,即材料无透氧性能。因此,一直以来人们都在寻找一种既具有 PMMA 材料所有优点,又有高透气性能的镜片材料。

1972 年,一种硬性透气性材料—醋酸丁酸纤维素(CAB)出现, Titmus 公司于 1977 年用其制成隐形眼镜并应用于临床。1974 年,Gaylord 发现了另一种硬性透气性材料—硅酮丙烯酸酯(acrylate,SMA),此种材料的镜片于 1979 年开始在临床应用。后来,又有多种硬性透气性材料,如氟硅丙烯酸酯(fluorosilicone acrylates, FSA)等相继被研制成功。

六、抛弃型和定期更换型镜片

20 世纪 80 年代初,人们开始认识到软性隐形眼镜的镜片沉淀物和污染可引起视力下降,并且与眼部过敏反应和感染的发生有显著的相关联系,于是产生了抛弃型隐形眼镜的想法。1984 年,丹麦的眼科医师 Michael Bay 发明了铸模成形工艺并生产了 Dana 镜片,这是最早成为商品的抛弃型隐形眼镜。随后,强生公司购买了该专利并于 1987 年获美国 FDA 的批准,在美国率先推出了世界上第一副 Acuvue 抛弃型软镜,从此将抛弃型隐形眼镜的概念在全球推广。1995 年,强生公司推出了世界上第一副 1-Day Acuvue 每日抛弃型隐形眼镜,其全新的配戴方式及健康安全性为隐形眼镜配戴者提供了前所未有的便利。2000 年,视康公司推出了可以过夜配戴达 30 天的抛弃型隐形眼镜,更是方便了配戴者。

抛弃型隐形眼镜的临床应用使得软镜的沉淀物、污染和损伤等问题明显改善。1990 年在抛弃型隐形眼镜的基础上，人们又提出了定期更换型隐形眼镜的概念，即定时、有计划地更换镜片。镜片的使用时间为 1 星期至 6 个月，使用达到规定时间即更换新的镜片，镜片不配戴过夜，并需按常规方法使用护理产品进行规范护理。

第二节　我国隐形眼镜发展概况

隐形眼镜在我国的研制与应用相对较晚。1946 年，上海吴良材眼镜店从国外引进中国最早的隐形眼镜。1962 年，上海第一医学院（现复旦大学医学院）与上海眼镜二厂联合研制生产了国内最早的 PMMA 硬性隐形眼镜。随后，天津眼科医院、北京 608 厂以及广州中山医学院眼科医院（现中山大学中山眼科中心）开发出同类镜片并用于矫正屈光不正。1972 年，上海眼镜二厂与上海第一医学院合作生产出我国最早的软性隐形眼镜。1982 年，含水量达 70％的高含水量软性隐形眼镜在国内开始应用。1986 年，在上海成立了上海海昌公司（Hydron），这是我国第一家中外合资隐形眼镜公司。1988 年，北京成立了博士伦公司。同一年，武汉和西安成立了两家中美合资海昌公司。1993 年，在广州中山医科大学中山眼科中心成立了中澳合资爱康（Eycon）公司，率先在国内推出了硬性透气性隐形眼镜。1994 年，美国视康公司入驻中国，并在北京、上海、广州设立了分支机构，首次将电脑数控切削工艺制作的镜片、彩色镜片和双氧护理系统在国内市场推广。同年，在上海美国独资的强生视力保健公司成立了，将定期更换式和抛弃式镜片引入国内。这些隐形眼镜公司的建立，以及视康公司和强生公司进入中国市场，不但大大提高了国内隐形眼镜生产工艺水平，在中国率先推出了超薄型镜片和高含水量镜片，而且成功的市场推广，提高了国人对隐形眼镜的认识，使隐形眼镜的配戴使用得以普及。

随着隐形眼镜在国内的推广应用，隐形眼镜的教育也越来越受到人们的重视。从 20 世纪 80 年代开始，在各隐形眼镜公司的支持下，国内开展了多种形式的培训课程，对隐形眼镜教育者、验配者和配戴者进行培训，这些培训计划的实施为隐形眼镜在国内的推广应用起了很重要的作用。特别是美国视康公司热心帮助中国发展眼科视光学教育事业，捐资 420 万元人民币，大力支持中山医科大学（现中山大学中山医学院）在我国重点医学院校中率先开办与国际接轨的正规视光学本科教育，为我国培养出一批又一批隐形眼镜专业高级人才。

第三节　隐形眼镜的分类

由于隐形眼镜材料、设计和加工工艺的不断发展，隐形眼镜的种类也越来越多。其分类方法也多种多样，主要按以下几种特征进行分类。

一、根据隐形眼镜的质地进行分类

隐形眼镜根据质地可以分为柔软性很小、硬度很大的硬性隐形眼镜和质地柔软的软性隐形眼镜。

1. 硬性隐形眼镜　是用聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）为主要材料的隐形眼镜，镜片材料

的弹性模量在 500×10^4～2000×10^4 Pa 之间，镜片硬度大，吸水率小。根据镜片材料的透氧性又可分为硬性非透气性隐形眼镜和硬性透气性隐形眼镜（RGP）。RGP 镜片采用高透氧硬性隐形眼镜材料，与 PMMA 硬性隐形眼镜材料和软性隐形眼镜材料相比，RGP 镜片材料具有更好的透氧性，同时具有良好的湿润性和抗沉淀性。由于 RGP 镜片透氧性高，因此，不易引起缺氧所致的角膜水肿和损伤，长期配戴能保持角膜的正常生理功能，安全性高。除此以外，硬性隐形眼镜材料的弹性量大，镜片附形性小，视力矫正效果（特别是矫正角膜散光）优于框架眼镜和软性隐形眼镜。镜片护理也相对简单，但质地较硬，适应时间较长（1 个星期至 3 个星期不等），验配要求也较高。由于 RGP 镜片的显著优点而越来越受到人们的重视。

2. 软性隐形眼镜　质地柔软，配戴舒适，适应时间短，镜片直径大，覆盖完全，但容易吸附蛋白质、脂质等沉淀物，镜片护理要求高，使用寿命比较短，目前使用者较多。其弹性模量在 65×10^4～160×10^4 Pa 之间，包括亲水性和非亲水性软性隐形眼镜，一般所讲的软性隐形眼镜是指前者。

二、根据使用周期进行分类

1. 传统型隐形眼镜　镜片使用时间超过 6 个月。软性隐形眼镜通常使用 6～12 个月，硬性透气性隐形眼镜（包括角膜塑形隐形眼镜）通常使用 1～2 年。

2. 定期更换型隐形眼镜　镜片的使用时间为 1 星期至 3 个月。镜片不配戴过夜，需按常规方法使用护理产品进行规范护理，镜片使用达到规定时间即更换新镜片。

3. 抛弃型隐形眼镜　镜片仅使用一次，无需使用护理产品进行镜片的规范护理，配戴镜片经过规定使用期限后取下即予抛弃。现阶段常用的是日抛，少数采用 2 周抛和月抛。

三、根据配戴方式进行分类

1. 日戴型隐形眼镜　要求配戴者在非睡眠状态下配戴的隐形眼镜，睡觉前将镜片取下，并按常规进行镜片护理。

2. 长戴型隐形眼镜　允许在睡眠状态下连续戴用的隐形眼镜，根据不同长戴型隐形眼镜连续戴用的规定期限，有的可持续数日、1 周或 2 周，甚至持续 1 个月后将镜片取下，按常规进行镜片护理或将镜片抛弃。

3. 弹性配戴型隐形眼镜　大多数情况下仅采用日戴，偶尔在睡眠状态下配戴隐形眼镜。

四、根据隐形眼镜的功能进行分类

1. 光学性隐形眼镜　用于矫正屈光不正和老视。又可分为球面隐形眼镜、非球面隐形眼镜、散光隐形眼镜和双焦或多焦点隐形眼镜。

2. 治疗性隐形眼镜　绷带作用、药物吸附作用、色盲治疗隐形眼镜，用于治疗或辅助治疗包括角膜溃疡在内的眼表疾病、弱视、无虹膜症和色盲等。

3. 美容、化妆性隐形眼镜　用棕色镜片遮盖角膜白斑，用化妆镜片改变眼睛的颜色。

五、根据隐形眼镜的直径进行分类

通常情况下，硬性透气性隐形眼镜的直径在 8.0～10.5mm 之间，我国常用的直径为 9.2mm、8.8mm；硬性非透气性隐形眼镜的直径在7.0～9.5mm 之间；软性隐形眼镜的直径

在13.5～15.0mm之间。有学者根据直径的大小将隐形眼镜分为角膜型隐形眼镜、角巩膜型隐形眼镜和巩膜型隐形眼镜。

六、根据隐形眼镜的含水量进行分类

根据含水量的多少将软性隐形眼镜分为低含水量(30%～50%)、中含水量(51%～60%)和高含水量(>61%)。

七、根据隐形眼镜的加工工艺进行分类

1.旋转成形(离心浇铸)隐形眼镜　将镜片聚合物以液体形式滴入旋转的模子,在旋转的过程中用紫外线照射,使材料单体聚合、固化,形成预先设计的形状、厚度和屈光度的镜片。

2.车削成形隐形眼镜　将固态原材料夹在车床上,车出镜片的内、外曲面,再磨边、抛光。

3.铸模成形隐形眼镜　将原材料放入内曲面和外曲面模之间挤压成设计好的镜片形态,然后进行磨边,抛光。

4.综合成形隐形眼镜　镜片的外表面通过旋转成型工艺完成,内表面则通过车削工艺完成。

(钟兴武)

第二章　隐形眼镜配戴相关的解剖学、组织学与生理学

眼为视觉器官，分为眼球、视路和眼附属器三部分。眼球和视路完成视觉功能，眼附属器则起保护、运动等辅助作用。

第一节　眼球的解剖学、组织学与生理学

眼球(eyeball)近似球形，是视觉器官的主体，其前后径为 24mm，垂直直径为 23.5mm，水平径为 23.5mm，眼球位于眼眶内，前面有眼睑及结膜遮盖，周围有脂肪及其他软组织垫附。眼球分为眼球壁和眼内容物两部分。眼球壁包括三层：外层为纤维膜、中层为血管膜(虹膜、睫状体及脉络膜)、内层为视网膜。眼内容物包括：房水、晶状体和玻璃状体。眼内容物加上透明的角膜组织构成眼球的屈光系统，又称为屈光间质。

一、眼球壁

(一) 纤维膜

由致密的纤维结缔组织构成，有保护眼球内容物和保持眼球形状的功能。前部约 1/6 为透明角膜，还有屈光的功能。后部乳化白色不透明部分为巩膜，两者移行部分为角(巩)膜缘。

1. 角膜(cornea)

(1) 角膜解剖结构：角膜略呈椭圆形，横径为 11.5～12mm，垂直直径为 10.5～11mm，角膜中央厚 0.52mm，周边厚 1.0mm。角膜前表面水平方向曲率半径为 7.8mm，垂直方向为 7.7mm；其后面曲率半径为 6.22～6.8mm。角膜前表面的屈光力为＋48.8D，后表面为－5.8D，总屈光力为＋43D，占眼球屈光力的 70％。

(2) 角膜组织结构：分为 5 层：上皮细胞层、前弹力膜、实质层、后弹力膜及内皮细胞层(图 2-1-1)。

1) 上皮细胞层：来源于体表外胚叶，厚度约 50～100μm。上皮的表面有微绒毛，增加了表面积并有利于泪膜的黏附。上皮再生能力很强，损伤后愈合很快，局限于上皮层的损伤愈合后不留瘢痕。上皮细胞层由 5～6 层细胞构成。其中基底细胞为单层矮柱状形，栅状排列，核卵圆形；翼状细胞为 2～3 层，呈多边形，两侧呈翼状与毗邻细胞相连接；表层细胞为 2～3 层呈多边形，最表层为扁平形，无角化。

2) 前弹力膜：又称 Bowman 膜，厚 8～14μm，透明均质状。无细胞结构，与上皮层界限不清，前弹力膜由实质层特殊分化而成，无再生能力，损伤愈合后留下永久的瘢痕。

3) 实质层：来源于中胚叶，占角膜全厚度的 90％，约有 200～250 个板层，每个板层由致密胶原纤维束组成，纤维束平行排列，其屈光指数相等。各板层有规律地相互重叠。实质层

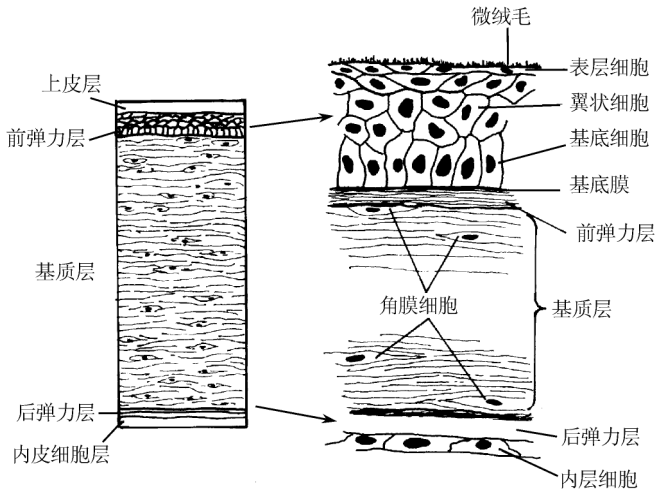


图 2-1-1　角膜横切面示意图

内有梭形的角膜细胞及少量游走细胞。实质层有维持角膜的形状、透明性和屈光力的作用，其损伤后不能再生。

4）后弹力层：又称 Descemet 膜，由内皮细胞分泌而成，是内皮细胞的基底膜。后弹力层中央厚约 5～7μm，周边为 8～10μm，呈均质状，前面与实质层界限清楚。后弹力层较坚韧，损伤后可再生。

5）内皮细胞层：来源于出生前发育早期的神经嵴细胞。由 40 万～50 万个六角形细胞单层排列而成，细胞高约 5μm，宽 19～20μm，核位于细胞中央，其内皮泵的功能对于保持角膜水的平衡，维持角膜的透明性有极其重要意义。成年以后，内皮细胞无分裂能力，不能再生，损伤以后，由旁边的细胞增大、扩展覆盖受损区。

（3）角膜的生理功能：角膜与巩膜构成眼球外壁，保持眼球一定形状及保护眼内组织；角膜还是屈光间质的重要组成部分。角膜内无血管，其营养主要来自角膜缘血管网及房水，角膜上皮层神经末梢丰富，感觉十分敏感。内皮细胞在角膜－房水屏障中起重要作用，以维持角膜的透明性。后弹力膜富于弹性，对蛋白酶具有较强抵抗力。角膜的正常代谢功能对于维持角膜的透明性、温度、细胞的更新和组织物质转运都很重要。而正常代谢功能又与角膜的葡萄糖、氨基酸和氧分不开。角膜的葡萄糖、氨基酸由房水提供，氧则主要由泪液供给。角膜的各层耗氧量均不同。角膜氧的进入与氧分压直接相关。在海平面，在睁眼的状态下，氧分压为 155mmHg（20.6kPa），在闭眼的状态下，角膜由睑结膜血管供氧，氧分压为 55mmHg（7.3kPa）。角膜缺氧可以导致角膜水肿，这是由于缺氧状态下，葡萄糖循环供能过程受阻，细胞代谢废物和乳酸堆积，不能排出体外，角膜基质渗透压增高所致。由于隐形眼镜覆盖在角膜表面，直接与角膜相接触，改变了角膜的氧供、泪膜的状况，对角膜的正常生理功能产生一定的影响，其影响程度与镜片的厚度、大小、材料、配戴法有关。

2．巩膜（sclera）

（1）巩膜的解剖结构：巩膜位于眼球外壁后部，呈乳白色，由致密的胶原纤维组织构成，前面与角膜连接，后面与视神经交接处分内外两层，外 2/3 称视神经鞘膜，内 1/3 构成巩膜

筛板，有神经纤维束穿过，巩膜厚度 0.3～1mm。

（2）巩膜组织结构：分为 3 层。

1）巩膜上层：为一层疏松的纤维组织和弹力组织，其内血管丰富。

2）实质层：由致密的胶原纤维束，纤维细胞及基质组成。巩膜实质层几乎无血管，但于视神经周围有睫状神经穿入巩膜及涡状静脉穿出巩膜。

3）棕黑层：由纤细的结缔组织与脉络膜和睫状体相连，内含色素细胞。

（3）巩膜的生理功能：巩膜对保持眼球形状及保护眼内组织起重要作用，此外一些神经血管穿过巩膜进出眼球，维持眼球组织的营养及代谢。

3．角膜缘（corneal limbus）

（1）角膜缘的解剖结构：角膜缘是角膜和巩膜的移行区，又称角巩膜缘，其前界为角膜前弹力层止端，后缘为后弹力层止端，有 1mm 的半透明区及外侧 0.75mm 的白色巩膜区，是眼内手术切口的重要标志。

（2）角膜缘的组织结构：角膜缘的上皮层为复层鳞状上皮，有乳头形成，有约 10～12 层细胞，基底层有色素细胞及未分化的干细胞。干细胞对上皮的更新及修复起着非常重要的作用。上皮层下的纤维结缔组织中有丰富的血管网和淋巴管。实质层的后部分为巩膜实质层，前部分为角巩膜移行区，二者共同构成前房角的前外侧壁。

4．前房角（anterior chamber angle） 前房角由角巩膜和虹膜之间的夹角构成，是房水排出的主要通道，其前外侧壁为角巩膜缘，后内侧壁为虹膜根部及睫状体前面的一部分（图 2-1-2）。前外侧壁起自角膜后弹力层的终止点，止于巩膜突。后弹力层终止处略增厚为前房角的前界，称为 Schwalbe 线，在巩膜突与 Schwalbe 线之间的小沟称为巩膜内沟，是小梁网及 Schlemm 管所在位置。小梁网分为血管膜部，角巩膜部及内皮网部 3 个部分，其矢状切面呈三角形。小梁网由小梁薄板或束互相交错排列，形成大小不一的圆形或椭圆小孔，小孔互相沟通呈海绵样结构。电镜观察小梁中央为胶原层，外围为弹力层，表面为内皮细胞。小梁网外侧为环形管状空隙，称为 Schlemm 管，由单层内皮细胞构成，其内侧与小梁网孔相通，外侧紧贴于角巩膜缘内表面。Schlemm 管外侧有25～35 条集合管，他们互相连接形成巩膜深

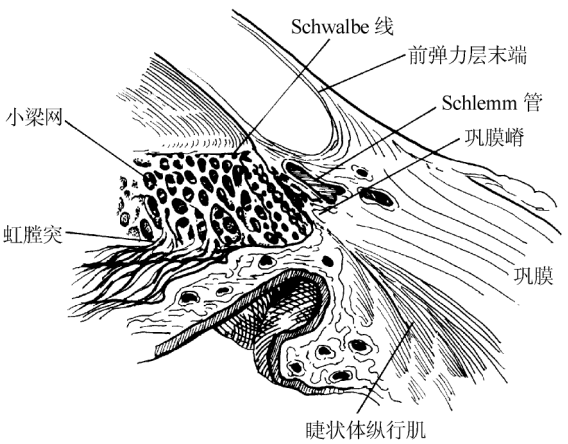


图 2-1-2 前房角示意图

层静脉丛。房水径 Schlemm 管的外集合管注入巩膜深层静脉丛，经巩膜内静脉，排入上巩膜静脉，注入前睫状静脉，也有少许集合管穿透巩膜直接注入巩膜前睫状静脉，即房水静脉。

（二）血管膜

血管膜（vascular tunic）又称葡萄膜（uvea），由于含色素多，也称色素膜。血管膜由前至后分为虹膜、睫状体及脉络膜，它们有遮光、营养眼内组织及调节眼压等生理功能。

1. 虹膜（iris）

（1）虹膜的解剖结构：虹膜为一圆盘状膜，自睫状体伸展到晶状体前面，将眼球前段的腔隙分成前房与后房。虹膜表面凹凸不平，形成许多皱褶，称为虹膜纹理及隐窝。虹膜中央有一个 2.5～4mm 的圆孔，称为瞳孔。距瞳孔缘约 1.5mm 处有一个环形齿轮状隆起，称为虹膜蜷缩轮。此轮将虹膜分为瞳孔区及睫状区。虹膜周边与睫状体连接处称为虹膜根部，此处最薄，眼球挫伤时容易断离。正常时，虹膜依托于晶体前面，当晶体脱位或被手术摘除后，眼球转动时发生虹膜震颤。瞳孔缘由于色素上皮外翻而形成窄的黑色花边状。

（2）虹膜组织结构：由前至后分为 5 层。

1）内皮细胞层：是单层扁平的内皮细胞，在虹膜隐窝处缺如，但也有作者认为没有内皮细胞层。

2）前界膜：由较致密的结缔组织构成，含较多色素细胞。

3）基质层：由疏松结缔组织构成，内有神经、血管及色素细胞。

4）肌肉层：包括瞳孔括约肌和开大肌，均为平滑肌。括约肌靠近瞳孔缘，环形分布；开大肌呈纵行分布。

5）色素上皮层：位于虹膜后表面，由两层色素细胞构成，来源于神经外胚叶。前层细胞扁平，后层呈立方状或柱状，两层细胞均含较多黑色素颗粒。

（3）虹膜的生理功能：虹膜除遮光外，还通过调节瞳孔的大小控制进入眼内的光量，虹膜隐窝可吸收少量房水。

2. 睫状体（ciliary body）

（1）睫状体的解剖结构：位于虹膜根部与脉络膜之间，宽约 6mm 的环状组织，其矢状切面呈底向前的三角形。睫状体前 1/3 较肥厚，称为睫状冠（corona ciliaris），宽约 2mm，内表面有 70～80 个放射状突起，称为睫状突（ciliary processes）；后 2/3 薄而扁平，称为睫状环或睫状体扁平部（pars plana）。扁平部与脉络膜连接处呈齿状弯曲，称为锯齿缘（ora serata），为睫状体后界。睫状体扁平部血管少，无重要组织结构，是玻璃体手术的切口部位。睫状体与晶状体赤道部之间有晶体悬韧带相连接。

（2）睫状体的组织结构：由外至内分为 5 层。

1）睫状体上腔：外侧与巩膜相连接，后部为脉络膜上腔的连续，其内含有纤细的胶原纤维及色素细胞，是一个潜在的组织间隙。

2）睫状肌：由纵行、放射状及环状三种平滑肌束组成。

3）血管层：前部构成睫状突，后部与脉络膜血管相连。

4）玻璃膜：为脉络膜的 Bruch 膜的连续。

5）上皮细胞层：两层细胞，外层为色素细胞，内层为无色素细胞。

（3）睫状体的生理功能：睫状体的平滑肌与调节作用有关；睫状突上皮产生房水，营养

眼内组织及维持眼内压。

3. 脉络膜(choroid)

(1) 脉络膜的解剖与组织结构:起于锯齿缘,止于视神经周围,位于巩膜与视网膜之间,共分为 5 层。

1) 脉络膜上腔:内有形成网状的结缔组织,与巩膜相连,其中有弹力纤维,色素细胞及平滑肌纤维等。睫状后长短动脉及睫状神经由此通过。

2) 大血管层:大部分为互相吻合的静脉,动脉为睫状后短动脉,其静脉汇合于涡状静脉。血管间有结缔组织,色素细胞及平滑肌等。

3) 中血管层:血管较小,与大血管层无明显分界。

4) 毛细血管层:由单层致密的毛细血管构成。

5) 玻璃膜:又称 Bruch 膜,位于脉络膜毛细血管层与视网膜色素上皮层之间,为均质透明膜。电镜观察从外至内分为:毛细血管基板层,外胶原层,弹力层,内胶原层及色素上皮基板层。

(2) 脉络膜的生理功能:脉络膜除遮光外,还有营养视网膜外层及参与眼调节的作用。

(三) 视网膜

1. 视网膜(retina)的解剖结构

(1) 视网膜前界为锯齿缘,后界为视盘周围,外侧为脉络膜,内侧为玻璃体。视网膜后极部有一直径约 2mm 的浅漏斗状小凹区,称为黄斑(macula lutea),其中央有一小凹,称为黄斑中心凹(fovea centralis),是视网膜视觉最敏锐的部位。检眼镜检查见中心凹有一反光点,称为中心凹反射。

(2) 鼻侧距黄斑约 3mm 处有一直径约 1.5mm 边界清楚的淡红色圆盘状的结构,称为视盘(optic disc),又称视乳头(papilla),是视网膜神经纤维汇集穿过巩膜筛板的部位,其中央有一小凹区称为视杯或生理凹陷。视盘有视网膜中央动静脉通过,视盘无视细胞,故无视觉,视野中形成生理盲点。

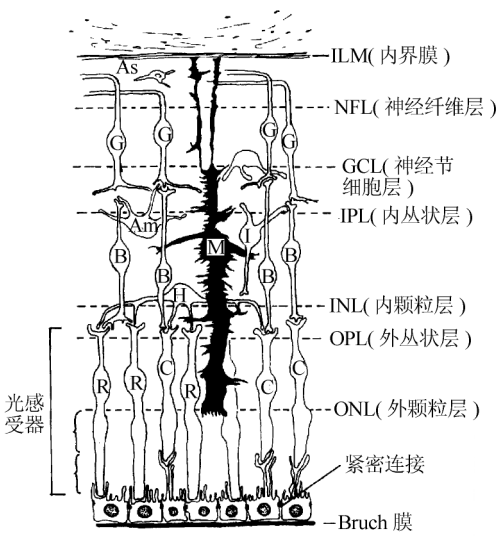


图 2-1-3 视网膜的组织示意图

2. 视网膜的组织结构 视网膜由神经外胚叶发育而成,当视泡凹陷形成视杯时,其外层发育成视网膜色素上皮层,内层分化成视网膜的内 9 层,又称为神经感觉层,薄而透明。两层之间存在一个潜在性间隙,临床上视网膜脱离即由此处分离。组织学上视网膜由外至内共分为 10 层(图 2-1-3)。

(1) 色素上皮层:位于 Bruch 膜内侧,是单层六角形细胞,胞核位于细胞中央底部,胞浆丰富,内含较多色素颗粒,顶部伸出微绒毛。色素细胞之间有紧密连接,又称闭锁小带(zonulae accludens),可阻止大分子物质进入视网膜,是构成视网膜外屏障的主要结构。色素上皮细胞的生理功能非常复杂。

（2）视锥视杆层：由光感受器内、外节组成。

（3）外界膜：由 Müller 细胞的胞突终止于光感受器细胞的内节所致。

（4）外核层：又称外颗粒层，由光感受器细胞的胞核组成。

（5）外丛状层：由光感受器细胞的轴突及双极细胞树突、水平细胞胞突组成，它们之间的接触称为突触。

（6）内核层：又称内颗粒层。由双极细胞、水平细胞、无长突细胞及 Müller 细胞的胞核组成。

（7）内丛状层：主要由双极细胞的轴突及神经节细胞的树突组成，并以突触形式相接触。还有无长突细胞的胞突、Müller 纤维及视网膜血管分支。

（8）神经节细胞层：主要为神经节细胞的胞体，还有 Müller 纤维，神经胶质及血管。

（9）神经纤维层：主要为神经节细胞的轴突，还有 Müller 纤维及血管。

（10）内界膜：Müller 纤维终止于玻璃体后界膜所形成。

3. 视网膜的生理特点　视网膜对视觉信息的处理及传递由三级神经元完成，即光感受器细胞－双极细胞－神经节细胞；神经节细胞轴突将视觉信息沿视路传递到中枢形成视觉。光感受器细胞由视杆细胞及视锥细胞组成。视杆细胞感弱光（暗视觉），无色视觉；视锥细胞感强光（明视觉）和色觉。光感受器的组织结构包括外节、连接纤毛、内节、体部和突触部分。每个外节由约 700 个扁平膜盘堆叠而成。视杆细胞外节呈圆柱状，膜盘与浆膜分离；视锥细胞外节呈圆锥状，膜盘与浆膜连续。外节盘膜不断脱落更新，脱离的膜盘被色素上皮细胞吞噬。视杆细胞外节所含视紫红质（rhodopsin）是由顺视黄醛和视蛋白结合而成。在光的作用下，视紫红质褪色（漂白），分解为全反视黄醛和视蛋白。全反视黄醛在视黄醛还原酶和辅酶Ⅰ的作用下，再还原为无活性的全反维生素 A，它经血入肝转变为顺维生素 A。顺维生素 A 经血流到眼内，在视黄醛还原酶和辅酶Ⅰ作用下，转变为活性的顺视黄醛，可见如果缺乏维生素 A，或某些酶或微量元素锌等代谢障碍时，就会影响视紫红质再合成的过程，导致夜盲。视锥细胞含视紫蓝质（iodopsin），视紫质、视青质，也由另一种维生素 A 醛及视蛋白合成，在光的作用下起色觉作用。

二、眼内腔及眼球内容（图 2-1-4）

（一）眼内腔

1. 前房（anterior chamber）　前界为角膜内表面，后界为虹膜、瞳孔及瞳孔区的晶状体前表面，周边为前房角。前房内充满透明房水，前房中央深为 2.5～3.0mm，周边渐浅，其容积约 0.2ml。

2. 后房（posterior chamber）　前界为虹膜后表面，前侧界为睫状体前端，两侧分晶体悬韧带及晶体赤道部，后界为玻璃体囊，容积约 0.06ml。

3. 玻璃体腔（vitreous cavity）　前界为晶体后表面，晶体悬韧带及睫状体后面，后界为视网膜内表面，其内充满透明的玻璃体，容积约 4.5ml（占眼球内容 4/5）。

（二）眼内容物

1. 房水（aqueous humor）　由睫状突上皮产生，充满后房及前房，量为 0.25～0.3ml，98.75%为水，还有少量氯化物、蛋白质、维生素 C、尿素及无机盐。pH 值为 7.3～7.5。

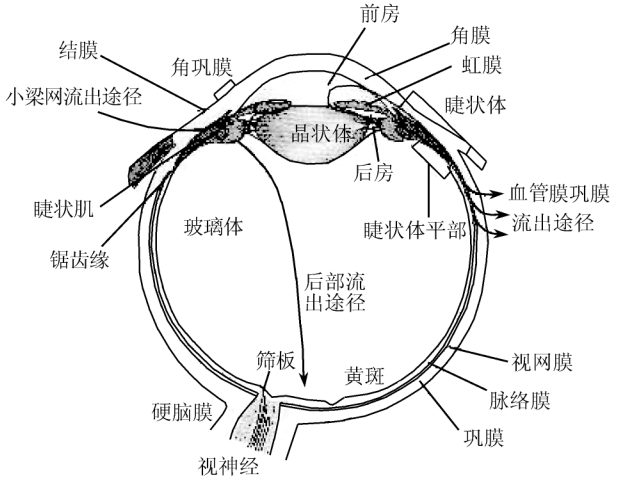


图 2-1-4 眼内腔及眼球内容

房水循环途径:房水由睫状突无色素上皮产生后进入后房,经瞳孔入前房,然后经前后两途径排出。前途径主要是经前房角小梁网入 Schlemm 管,经集合管和房水静脉进入巩膜表层的睫状前静脉而回到血液循环。少量由虹膜表面的隐窝吸收。后途径是少量房水经悬韧带间隙到晶体后间隙,通过玻璃体管进入视神经周围的淋巴。此外,少量房水经脉络膜上腔排出。

房水的生理功能:营养角膜、晶状体及玻璃体;维持眼压。

2. 晶状体(lens) 晶状体形如双面凸透镜,透明而富于弹性,由晶状体悬韧带与睫状体联系,使其固定于虹膜后面及玻璃体前面的碟状凹面。晶状体直径约 9～10mm,厚度 4～5mm,前面曲率半径约 10mm,后面约 6mm,前后两面的交界处称为赤道部,而两面的顶点分别称为晶体前极和后极。晶状体由晶体囊和晶体纤维组成,囊为一层透明均质富于弹性的薄膜。晶状体前面极赤道部的囊下有一层立方形上皮细胞,后囊下缺如。赤道部的上皮细胞不断产生晶体纤维,向前后伸展延长,并将细的纤维挤向中心,其逐渐硬化形成晶体核。晶体纤维在前面和后面终止处形成“Y”字形缝合线。晶体核外较新的纤维称为晶体皮质。随着年龄增长,晶体核逐渐硬化变大,晶状体弹性减弱,调节能力下降而出现老视。

晶状体的生理功能:晶状体是眼球屈光间质的重要部分,屈光指数为 1.44,对进入眼内的光线有折射(屈光)功能,并可吸收部分紫外线以保护视网膜,眼的调节功能主要由晶状体完成。

3. 玻璃体(vitreous) 为无色透明的凝胶体,充满了玻璃体腔,其前面与晶体后囊间有环形粘连,青少年时期粘连较紧密,老年时较松弛;其他部分与睫状体及视网膜相毗邻,并于锯齿缘前 2mm 处与视盘周围紧密粘连。玻璃体分为玻璃体皮质(玻璃体囊)、中央玻璃体及中央管(Cloquet 管)三个部分。玻璃体主要成分为水(占98.5%～99.7%),此外还有蛋白质、脂肪及氯化钠等。玻璃体与视网膜内界膜之间及玻璃体基底部有玻璃体细胞,呈圆形,胞浆内含稠密的颗粒,胞核分成小叶状,染色质粗糙。玻璃体无血管,靠房水及脉络膜营养,代谢缓慢,不能再生,手术或外伤所造成的玻璃体缺失由房水填充。玻璃体具有屈光及支持

视网膜的作用。随年龄增大，玻璃体内黏多糖凝缩或液化，形成漂浮物而产生“飞蚊症”。

第二节　眼附属器的解剖学、组织学和生理学

眼附属器包括眼睑、结膜、泪器、眼外肌和眼眶。

一、眼睑

眼睑(eyelids)分为上、下两部。上睑较下睑大而宽，上睑的上缘以眉为界，下睑与颊部皮肤相连续，无明显分界，通常认为其下缘在眶下缘处。眼睑游离缘称睑缘。上、下睑缘之间的裂隙称睑裂(palpebral fissure)。睑裂的高度是指睁眼向前方注视时上、下睑缘中点之间的距离，男性平均为 7.66mm，女性平均为 7.42mm，总平均为 7.54mm。上、下睑的内、外两个交接处之间的距离称睑裂长度。成人其长度平均为 27.88mm。睑裂在外侧交接处称外眦(external canthus)，内侧交接处称内眦 (internal canthus)。内眦与眼球之间有泪湖相隔，泪湖的鼻侧部分可见一椭圆形的肉样隆起称泪阜。泪湖颞侧为半月形皱襞，称结膜半月皱襞。上、下睑缘近内眦处，各有一稍突起的小孔，称为泪小点。睑缘分为前后两部分，称前缘和后缘。两缘间稍突起呈灰色，称为灰线。前缘有睫毛 2～3 行，上睑有睫毛 100～150 根，下睑有50～70 根。后缘有多数小孔排列成一行，这些小孔是睑板腺(即 Meibom 腺)导管开口，腺体本身位于睑板内。

眼睑的组织结构：眼睑组织上分为 6 层，由前向后为：皮肤、皮下疏松结缔组织、肌层、肌下结缔组织、纤维层和睑结膜(图 2-2-1)。

1. 眼睑皮肤　为全身皮肤中最薄者，受三叉神经第一、二支支配。

2. 皮下疏松结缔组织　与肌层相连接。

3. 肌层　包括眼轮匝肌、提上睑肌和 Müller 肌。

(1) 眼轮匝肌(orbicularis muscle)：位于皮下结缔组织和睑板之间，形似一扁环，以睑裂为中心环绕上、下眼睑。眼轮匝肌分为近眶缘的眶部、近睑缘的睑部和泪囊部(又称 Horner 肌)。眼轮匝肌由面神经支配，肌肉收缩时眼睑闭合，泪囊部肌肉的收缩与松弛，将结膜囊内的泪液吸入泪道。

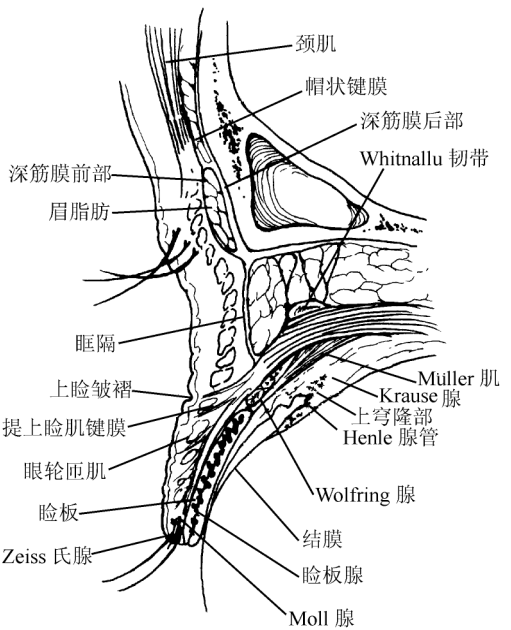


图 2-2-1　眼睑矢状切面图

(2) 提上睑肌(levator palpebrae superioris)：由眶骨视神经孔周围的纤维环附近开始，沿眶上壁向前呈扇状展开，最后附着在上睑板上缘、眼睑皮肤、眼轮匝肌和结膜上穹隆部。此肌受动眼神经支配。由于提上睑肌纤维分布的特点，收缩时可同时提起上睑各部分，包括眼睑皮肤、睑板和睑结膜。

(3) Müller 肌:分别起自提上睑肌下面和下直肌的筋膜,并附着在上、下睑板的上、下缘。此肌为平滑肌,受交感神经支配,使睑裂开大。

4. 肌下结缔组织　位于眼轮匝肌与睑板之间,由纤维结缔组织构成。

5. 纤维层　包括睑板和眶隔。睑板(tarsal plate)由致密的纤维组织构成,其硬度有如软骨,是眼睑的支架组织。眶隔是睑板向四周伸延的一薄层有弹性的结缔组织膜。在眶缘四周与增厚的骨膜相延续。

6. 睑结膜　位于眼睑内侧面,和睑板紧密相连。

7. 其他　眼睑除皮肤腺体外,尚有 3 种腺组织。

(1) Moll 腺:为变态的汗腺,成单螺旋状或窦状。每个腺体分为导管部和分泌部。腺管直接开口于皮肤,有时和睫毛的 Zeiss 腺的腺管相通。其结构与顶泌汗腺相同:分泌部由圆柱形分泌细胞围成腺腔,分泌细胞和基底膜间有扁平的肌上皮细胞。

(2) Zeiss 腺:为变态的皮脂腺,直接开口于毛囊。腺体外围基底膜,膜下的立方形细胞不断分裂、长大,形成多边形,充满皮脂颗粒。细胞核逐渐变小,最后消失。这些细胞蜕变破坏后,成为皮脂性分泌物自腺管排出。

(3) 睑板腺(Meibom 腺):位于睑板内。上睑约有 30 个,下睑约有 20 个。每个腺体中央有一导管,各中央导管彼此平行,垂直排列并开口于缘。腺体为多叶的球状腺,围绕中央导管。其结构和 Zeiss 腺相同,分泌皮脂。

眼睑的生理功能:保护眼球;睑板腺分泌油性分泌物,组成泪膜;眼睑的瞬目作用,可以辅助泪液排出。

二、泪器

泪器(lacrimal apparatus)分为泪液的分泌部和排出部。前者由泪腺和副泪腺组成。后者由泪小点、泪小管、泪囊和鼻泪管组成(图 2-2-2)。

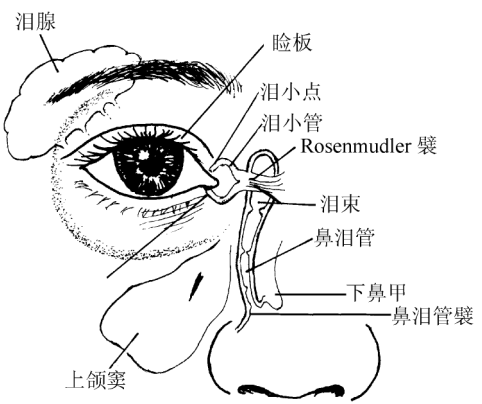


图 2-2-2　泪器示意图

1. 泪液的分泌部

(1) 泪腺(lacrimal gland):由细管状腺和导管组成,是分泌泪液的器官,位于眼眶外上方,额骨和眼球之间。泪腺分上、下两部,上部为眶部,下部为睑部。泪腺眶部导管通入泪腺睑部的部分导管,后者开口于结膜上穹隆部外侧。泪腺由眼动脉分出的泪腺动脉供给血液;受三叉神经第一支的泪腺神经支配。

(2) 副泪腺:包括 Krause 腺、Wolfring 腺和 Ciaccio 腺。Krause 腺位于结膜上、下穹隆部,在上穹隆者较多。在上睑板上缘中央部有 Wolfring 腺。

2. 泪液的排出部

(1) 泪小点(lacrimal puncta):是两个微突起的圆形小孔,环绕以致密的结缔组织,位于上、下睑缘内侧部分,距内眦约 6.5mm 处。

(2) 泪小管(lacrimal canaliculi):起自泪点,上下睑各一小管,向内侧进行至泪囊,管长约10mm。管的开始部分垂直,长约 1mm,继成直角向内弯转,单独或连成一短干(称泪总管)通入泪囊。

(3) 泪囊(lacrimal sac):位于泪骨和上颌骨的额突形成的泪囊窝内,长径约为 12mm,横径约为 6mm,外有泪囊筋膜围绕。泪囊内侧为骨壁,前面与颞侧为内眦韧带和部分眼轮匝肌纤维覆盖。泪囊大部分位于内眦韧带水平以下。

(4) 鼻泪管(naso-lacrimal duct):与泪囊直接相连续,位于骨管之内,向下开口于下鼻道。骨内段管长 12.4mm,鼻内段长 5.32mm,泪囊和鼻泪管为连续的膜性管,上宽,向下渐窄,两者没有明显分界。泪道内有多数膜性皱褶,又称瓣膜,最大者位于泪道下口处。

3. 泪器的组织结构

(1) 泪腺:为管状、葡萄状浆液腺,含有多数小叶。每一腺泡有两层细胞,内层为圆柱状的分泌细胞,外层为扁平的肌上皮细胞,位于基底膜上。导管衬以双层上皮,内层立方、外层扁平,大导管外有纤维组织围绕。叶间有结缔组织、弹力纤维、淋巴细胞和浆细胞等。

(2) 泪小点和泪小管:为泪小管外口,由含有丰富的弹力纤维的结缔组织环绕。泪小管为复层上皮所衬复,上皮下面富有弹力组织,因此可用探针将泪小管扩大。管外有眼轮匝肌部分纤维围绕,可使泪小管垂直部分收缩。

(3) 泪囊与鼻泪管:二者的构造相同,在基底膜上有两层上皮,浅层为柱状,深层为扁平上皮,其间有杯状细胞。间质分两层:上皮下面为腺样层,内有淋巴细胞,有时形成淋巴小结;再下为纤维结缔组织。鼻泪管段周围的静脉丛很丰富。

三、结膜

结膜(conjunctiva)为透明的薄黏膜,覆盖在眼睑内面和眼球前面,止于角膜缘。结膜以上、下睑缘为其外口,形成一囊,称为结膜囊(conjunctival sac)。

1. 结膜分为三部分

(1) 睑结膜(palpebral conjunctiva):覆盖于眼睑后面,与睑板紧密连接,不能移动。表面光滑,上睑结膜较高处有细小的乳头,下睑结膜无乳头。

(2) 穹隆结膜(fornical conjunctiva):是睑和球结膜的移行部,为结膜最松弛的部分。由于其宽广而松弛,使眼球能自由转动。穹隆部结膜内含静脉丛和大量淋巴细胞,有时形成淋巴小结。

(3) 球结膜(balbar conjunctiva):覆盖在眼球前部,巩膜外面。球结膜薄而透明,覆盖在眼球前部巩膜的外面。球结膜和巩膜之间有疏松结缔组织(结膜下组织),故略可移动。但在角膜缘处则与下面的巩膜紧密连接。由于球结膜薄而透明,所以从外面即可透见白色的巩膜。球结膜近内眦处有一淡红色折叠的膜,呈半月形,叫半月皱襞(plica semilunaris),凹面向角膜,宽约 2mm。在泪湖内有一小隆起,叫泪阜。高约 5mm、宽约 3mm,呈黄红色。其表面为变态的皮肤,有细毛。

2. 结膜血管　睑结膜血液供给来自睑板前方的动脉弓,上睑由上睑周围动脉弓分支,穿过提上睑肌腱或睑板上缘到结膜面。上睑睑缘动脉弓分支则在睑缘上 2～3mm 处穿过睑板到结膜面。在血管穿过处有一浅槽,称睑板下沟(subtarsal sulcus)。下睑睑缘动脉弓在睑缘下方由前向后穿过睑板,分布在下睑结膜。穹隆部结膜血管由眼睑周围动脉弓分支向上

分布于穹隆部,并在球结膜下面前行成为结膜后动脉。如下睑没有周围动脉弓,则由睑缘动脉弓或下直肌肌动脉分支供给。球结膜血管由结膜后动脉和睫状前动脉分出的结膜前动脉供给。前者分布在结膜面,后者分布在结膜下面。睫状前动脉来自眼动脉肌支,沿四直肌前行,分支到巩膜。在角膜缘附近穿过巩膜进入眼内。在穿入巩膜前分成前、后两支:前支分成细小分支环绕角膜,构成角膜周围血管网;后支即结膜前动脉,向后和结膜后动脉相吻合,结膜淋巴管丰富,有时可见球结膜上有类似串珠的透明物,就是淋巴管潴留形成。结膜有三叉神经分支分布。

3.结膜的组织结构　结膜包括睑结膜、穹隆结膜、球结膜三部分。结膜各部分由于解剖部位不同,其组织结构也不完全一致。

(1) 结膜上皮层

1) 睑结膜:边缘部起于睑缘皮肤与结膜交界处,由皮肤的复层鳞状上皮移行为不角化的黏膜上皮,共约 5 层。

2) 睑板部:上睑有上皮两层,基底细胞层,细胞扁平,核与表面平行;柱状细胞层,核与表面垂直。下睑有上皮细胞 4～5 层,基底细胞为立方形,其上为多边形细胞,表面为长楔形细胞。

3) 眶部:上皮细胞于此成为 3 层,即基底细胞、多边形细胞和圆柱状细胞。多边形细胞位于基底细胞和圆柱状细胞之间,核为圆形,位于细胞中央。

4) 穹隆部结膜和球结膜的巩膜部分:均为 3 层上皮细胞,但在球结膜的角膜缘部则变为复层上皮,并有乳头形成。

(2) 基质层

1) 腺样层:在上皮层下的疏松结缔组织,内含淋巴细胞,以眶部最多,有时形成滤泡。球结膜的腺样层变薄。

2) 纤维层:在腺样层下面,由胶原纤维、弹力纤维和血管构成。本层在睑板部消失,在巩膜部则和眼球筋膜相混合。

(3) 结膜腺体的组织结构

1) 杯状细胞:在结膜上皮层内,呈圆形或椭圆形,核靠近基底部,分泌黏液。多见于球结膜,而睑缘部缺如。这种细胞对于湿润眼球表面甚为重要。

2) 副泪腺:即 Krause 腺和 Wolfring 腺,位于穹隆部和眶部结膜下面。其组织结构与泪腺相同。

4.结膜的生理功能

(1) 眼球的联动作用。

(2) 结膜的腺体和杯状细胞分泌物构成泪膜的水样层和黏液层。

(3) 组成角膜缘血管网提供营养。

四、泪膜

泪膜覆盖于眼球表面,其功能与隐形眼镜的配戴有很重要的关系。泪液分泌和组成成分改变均可导致角膜的损害。泪膜约 0.7μm 厚。

1.泪膜的组成

(1) 脂质层:泪膜的最外层,由睑板腺分泌阻止泪液的蒸发。

(2) 水样层:泪膜的中层,由泪腺和副泪腺分泌。

(3) 黏液层:泪膜的内层,覆盖结膜和角膜上皮,由结膜的杯状细胞分泌。

2. 泪液的功能

(1) 保持角膜表面的湿润,维持角膜平滑的光学表面。

(2) 润滑眼球与眼睑。

(3) 泪液中溶菌酶有抗菌作用。

(4) 冲洗眼球表面的异物。

第三节　视　　路

视路(visual pathway)是视网膜神经节细胞开始到大脑枕叶视中枢的神经径路,包括视神经、视交叉、视束、外侧膝状体、视放射和视皮质(图 2-3-1)。

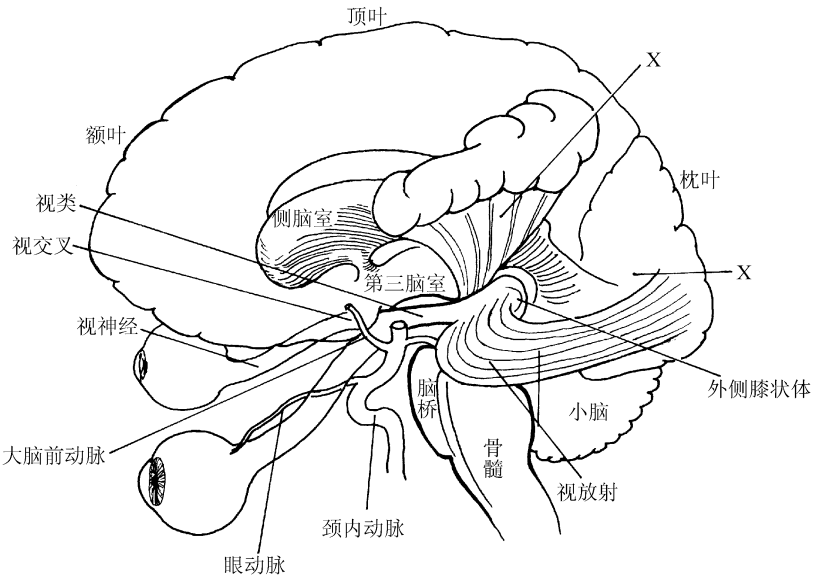


图 2-3-1　视觉信息传入通路

一、视网膜

视觉信息首先刺激视网膜光感受器(视锥和视杆),经过其他众多的细胞类型,最终到达视网膜神经节细胞。不同的神经节细胞传导不同的视觉信息,包括视力、颜色、反衬度和运动测试等。大神经节细胞(α 细胞)传导运动觉,而小神经节细胞(β 细胞)传导颜色和反衬度。这些功能的不同贯穿于整个视觉感受系统。

空间定位贯穿于整个视觉系统,来源于视网膜神经节细胞反应视野特定部位的神经纤维在视路中同样保持这种解剖定位。通常下方视野反应上方视网膜的信息,鼻侧视野反应颞侧视网膜的信息。在视网膜水平,来自视网膜鼻侧的周边纤维呈直线进入视盘,来自颞侧者由周边部到视盘呈弓形排列,其上下两方的颞侧纤维绕过乳头黄斑束,并将其包围,最后终止于黄斑部中心水平线上。因此,当颞侧纤维发生病变时,视野缺损呈弓形,鼻侧纤维发

生病变时,视野缺损则呈三角形。

黄斑中心凹主要由视锥细胞构成,在这里光感受器与神经节细胞为 1∶1 连接。神经节细胞轴索的 60%～70%经视盘斑束到达神经,余下的神经纤维在乳头黄斑束的上下方呈弓形走行,因此视网膜和视盘的病变可以通过视野测试来诊断。

视盘没有光感受器细胞,在视野表现为颞侧视野固视点 15°绝对暗点。神经轴索穿过的结缔组织称为筛板。

二、视神经

视神经(optic nerve)是指从视神经盘至视交叉前脚的一段,为第Ⅱ对脑神经,它由视网膜神经节细胞发出的轴索汇集而成。视神经全长约42～50mm,按其部位可分为:①眼球壁内段;②眶内段;③管内段;④颅内段。

1. 眼球壁内段　是从视神经盘开始,视网膜神经节细胞的轴索纤维成束穿过巩膜筛板的部分,长约 1mm。筛板前的神经纤维没有髓鞘,该处视神经较细,筛板以后的神经纤维有髓鞘包裹,故其直径增至 3mm。

2. 眶内段　视神经从巩膜后孔至视神经管眶口的部分,长约 30mm。该段视神经被由三层脑膜延续而来的视神经鞘膜包裹。眼眶内的视神经自眼球后极的鼻侧 3mm 稍偏上方处发出,后呈 S 形弯曲,以利于眼球转动。

3. 管内段　即视神经在眼眶视神经管内的部分,眼动脉与其伴行。长约6～10mm。在眶尖部,神经管被上、内、下直肌腱起始构成的 Zinn 环围绕。管内视神经鞘膜与视神经管骨膜紧密结合,以固定视神经。由于视神经穿出视神经管向后经过与眶骨粘连的鞘膜皱褶,因此容易遭受外伤,并且在此部位,小的肿瘤或眼部血管瘤可能造成严重的视力下降。

4. 颅内段　为视神经离开视神经管,进入颅内到达视交叉前脚的部分,约 10mm。

视神经远端神经纤维仍保持着在视网膜内的排列关系,视神经近端(距眼球 10～15mm 以外)由于视神经轴心部位已无视网膜中央血管,黄斑的纤维逐渐转入视神经的轴心,其他纤维仍位于视神经的相应部位。

三、视交叉

视交叉(optic chiasma)位于蝶鞍的正上方。其中来自双眼视网膜的鼻侧纤维交叉至对侧,来自颞侧的纤维不交叉,黄斑纤维也分为交叉和不交叉部分。由于鼻侧纤维代表大部分颞侧视野(占 53%)的信息,因此交叉的神经纤维占多数。鼻下方纤维进入视交叉后立即转向对侧,沿视交叉前缘的下方进行,越过中线后,向对侧视神经形成弓性弯曲,称为视交叉前膝,然后再转向后方,进入对侧视束的腹内侧。鼻上方纤维在视交叉的同侧向后行,在同侧视束形成一个较小的弓形弯曲,称为视交叉后膝,然后转向对侧,沿视交叉后缘的上部进入对侧视束的背内侧。颞侧纤维位于视交叉的外侧缘。黄斑的纤维占视交叉中央区的较大范围。

视交叉位于垂体的上面,二者之间有交叉池,为蛛网膜下腔的一部分。在视交叉的前上方有大脑前动脉与前交通支,后面为第三脑室底部的前部,上面有终板,为第三脑室的前壁,两侧为颈内动脉,这些部位的病变都会因视交叉的损害而表现不同的视野缺损。

四、视束

视束(optic tract)由同侧视网膜颞侧非交叉纤维与对侧视网膜鼻侧交叉纤维构成,即来

自双眼视网膜右半侧神经纤维构成右侧视束，来自双眼视网膜左半侧神经纤维构成左侧视束。视束在向后行走时发生约 90°内旋转，来自视网膜下方（同侧颞下和对侧鼻下）的纤维位于视束的腹外侧，而来自上方视网膜的纤维位于视束的腹内侧，黄斑纤维位于背部。

五、外侧膝状体

外侧膝状体（lateral geniculate body）来自视网膜神经节细胞的纤维终止于外侧膝状体，再由外侧膝状体核发出轴索至枕叶皮层。外侧膝状体核细胞分为 6 层，来自同侧视网膜的神经纤维终止于 2、3 和 5 层，而来源于对侧视网膜的神经纤维在则终止于 1、4 和 6 层。视网膜 α 和 β 神经节细胞终止于外侧膝状体核的不同层次。其中大的 α 细胞终止于第 1、2 大细胞层，对运动、立体感、低空间频率对比敏感度应答；而小的 β 细胞终止于第 3、4、5 和 6 小细胞层，决定空间分辨和颜色视觉。来自于外侧膝状体大、小细胞层视觉信息在大脑枕叶和皮质外区保持一定的空间投射。

六、视放射

视放射（optic radiations）神经纤维呈扇形散开，越过内囊，腹部纤维在大脑颞叶视放射区形成 Meyer 环。当神经纤维离开外侧膝状体后向外旋转 90°，这样来自视网膜上方纤维居视放射的背部，下方纤维居腹部，黄斑纤维居中部。

七、枕叶

枕叶皮质视觉区域由纹状区（Brodmann 17 区）、纹状旁皮质（Brodmann 18 区）和纹状周皮质（Brodmann 19 区）构成。来自视放射的纤维终止于纹状区，视网膜上、下方的神经纤维分别终止于距状裂的上、下唇，黄斑纤维束向后终止于距状裂上、下唇的后极。视网膜愈近中央部的神经纤维，愈近枕叶的后极部，相反愈近周边部分的神经纤维愈近枕叶的前部，视野颞侧新月（双眼重叠的共同视野区以外的颞侧月牙形视野区，即视网膜鼻侧最边缘部分）纤维位于纹状区最前部。每侧枕叶皮质接受双眼同侧一半的视网膜神经纤维的投射，如左侧视皮质接受左眼颞侧和右眼鼻侧纤维的投射。一侧视皮质损害可出现对侧视野的对称性同侧偏盲伴黄斑回避。但损害部位不同，视野改变也有不同。如枕叶后极损害时出现对侧的同侧偏盲性中心暗点，且双眼对称。距状裂前端病变时出现对侧眼颞侧新月形视野缺损。

第四节　配戴隐形眼镜对眼前节的可能影响

由于隐形眼镜直接通过泪液与眼表相接触，改变了角膜的氧供、泪膜的状况，不可避免地对眼前节，特别是对角膜、结膜和泪膜的正常生理功能产生一定的影响。这些影响与镜片的厚度、大小、材料、加工工艺和配戴方式有关。

一、对角膜的影响

1. 减少氧供　到目前为止，所有的隐形眼镜配戴均引起角膜氧供的减少。角膜氧供的减少或缺氧可以导致角膜上皮、基质的水肿，变薄，微囊形成和产生新生血管。

2. 角膜上皮脱落　由于缺氧，角膜上皮死亡脱落增加，产生角膜上皮点状着色。这种角膜上皮的不完整增加了微生物侵入的危险性。

3. 减慢角膜上皮愈合速度　由于角膜代谢和敏感性下降，角膜上皮愈合速度减慢，也

同样增加了微生物侵入的危险性。

4. 降低角膜敏感性　角膜敏感性的降低使角膜容易受到损伤和感染，也可导致角膜上皮愈合速度减慢。

5. 细胞代谢废物的堆积。

6. 角膜内皮泵功能的下降。

二、对泪液的影响

所有隐形眼镜的配戴均会降低泪膜的稳定性，往往导致镜片表面的干燥和出现临床症状。

1. 泪液分泌量　隐形眼镜配戴初期，可以出现反射性的泪液流出增加。长期配戴隐形眼镜后，由于角膜的敏感性相对降低，泪液的分泌量可能轻度减少。

2. 泪液的蒸发增加　配戴隐形眼镜可以导致脂质层变薄或缺失，从而导致泪液的蒸发增加。

3. 泪液的渗透压　配戴隐形眼镜后，因为泪液的蒸发增加，可导致泪液的渗透压增加。

4. pH 值降低　配戴隐形眼镜后，由于 CO_2 的浓度增加，导致泪液的 pH 值降低。

5. 温度降低　配戴隐形眼镜后，泪液的蒸发增加，导致温度降低。

6. 泪膜结构的变化　配戴硬镜和软镜的不同，泪膜结构的变化也不同。配戴硬镜后，泪膜的脂质层变薄或缺失，水样层变薄或很快变干，黏液层缺失。配戴软镜后，泪膜的脂质层变薄，其厚度和稳定性与镜片的含水量及厚度有关，水样层存在，黏液层变厚但是黏附疏松。

三、对结膜的影响

1. 充血和感染　配戴隐形眼镜后，镜片的刺激、缺氧、干燥、镜片配戴过紧以及对镜片上沉淀蛋白质的免疫反应等等，均可引起睑、球结膜血管的扩张和炎症细胞的移行和聚集。

2. 结膜水肿　不当的镜片配戴和污染镜片引起的感染均可导致球结膜水肿。

3. 结膜的炎症反应　镜片表面的抗原刺激和不当的表面和边缘设计的机械作用，均可导致睑结膜的感染。表现为上睑结膜乳头增生，严重的乳头变大融合、充血，并可引起黏液分泌增加。

四、对眼睑的影响

1. 眼睑结膜　对睑结膜的影响同上。

2. 眨眼功能　配戴隐形眼镜后，眨眼的次数减少而且不完全，这样可以导致角膜和结膜干燥。

3. 眼睑敏感性　配戴硬性隐形眼镜适应后，可以引起眼睑敏感性降低。这样一方面可增加患者的舒适感，但另一方面患者眼睑容易感染和受机械损伤。

4. 上睑下垂　有文献报道，配戴硬性隐形眼镜可以引起上睑轻度下垂。配戴软性隐形眼镜尚无引起上睑下垂的报道。

（钟兴武　葛　坚）

第三章　隐形眼镜光学

隐形眼镜作为光学器具用于矫正屈光不正，其光学原理和普通框架眼镜有许多相似之处，但同时具有其特殊性。本章介绍有关隐形眼镜的基础光学知识，并与框架眼镜对比两者在光学矫正方面的优缺点。

第一节　隐形眼镜光学系统和屈光度计算

一、隐形眼镜光学系统

在几何光学中，两片以上的透镜组合，称之为光学系统。隐形眼镜又称为角膜接触镜，角膜在配戴了隐形眼镜以后，改变了原有的光学系统，由隐形眼镜、镜片下的泪液和角膜组成了新的光学系统。该光学系统具有 5 个光学界面和 4 种不同折射率的屈光介质(图 3-1-1)。光学界面包括镜片前后曲面、泪液前后表面和角膜前表面。屈光介质及折射率见表 3-1-1。

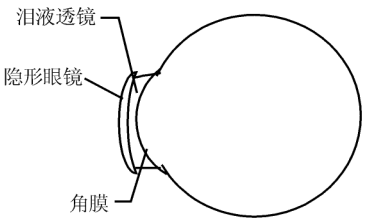


图 3-1-1　隐形眼镜光学

表 3-1-1　屈光介质及折射率

屈光介质	折射率
空气	1.00
接触镜	1.37～1.45
泪液	1.336
角膜	1.376

二、隐形眼镜屈光度计算

影响隐形眼镜屈光度的因素，包括镜片前表面光学区曲率半径(FOZR)、后表面光学区曲率半径(BOZR)、镜片材料折射率(n)、镜片中心厚度(tc)等。在以上各因素中，镜片后表面光学区曲率半径受角膜前表面曲率半径限制(与角膜相匹配)，镜片折射率由材料决定，镜片中心厚度由镜片设计确定，可变量很小。因而隐形眼镜屈光度计算的关键是求出前表面光学区的曲率半径。隐形眼镜前表面光学区曲率半径的计算方法有以下两种。

1. 不计厚度的计算方法　假定隐形眼镜为薄透镜，其厚度可忽略不计，则

$$F = F_1 + F_2 \tag{3-1}$$

如材料的折射率为 n，后表面曲率半径 r_2，后表面屈光度为 F_2，前表面曲率半径为 r_1，前表面屈光度为 F_1，镜片后顶点屈光度为 F，则后表面屈光度可计算为：

$$F_2 = \frac{1-n}{r_2} \tag{3-2}$$

由公式 3-1 可推导出：

$$F_1 = F - F_2$$

前表面曲率半径可计算为：

$$r_1 = \frac{n-1}{F_1} \tag{3-3}$$

则

$$r_1 = \frac{n-1}{F_1} = \frac{n-1}{F-F_2} = \frac{n-1}{F-\frac{1-n}{r_2}} = \frac{(n-1)r_2}{Fr_2+(n-1)} \tag{3-4}$$

例题 3-1：设一隐形眼镜镜片的后表面曲率半径为 7.80mm，镜片材料折射率为 1.49，此镜片要求后顶点屈光度－5.00DS。镜片前表面屈光度和曲率半径应为多少？

$$F_1 = F - \frac{1-n}{r_2} = -5 - \frac{1-1.49}{0.0078} = 57.82\text{D}$$

$$r_1 = \frac{1.49-1}{-5.00-\frac{1-1.49}{0.0078}} = 8.48\text{mm}$$

即镜片前表面屈光度为 57.82D，曲率半径为 8.48mm。

2. 考虑厚度的计算方法　由于隐形眼镜的曲率很小，从镜片的曲率与中心厚度的关系看，隐形眼镜应看成是“厚透镜”。因此，在计算镜片屈光度时，往往需要考虑镜片的厚度（t）。

镜片后顶点屈光度计算为：

$$F = F_1 + F_2 - \frac{t}{n}F_1F_2 \tag{3-5}$$

$$\because \quad F_1 = \frac{n-1}{r_1}, \quad F_2 = \frac{n-1}{r_2}$$

$$\therefore \quad r_1 = \frac{t(n-1)}{n} + \frac{(n-1)r_2}{Fr_2+(n-1)} \tag{3-6}$$

例题 3-2：隐形眼镜各数据同上例，厚度为 0.3mm。求镜片的前表面曲率半径和屈光度。

前表面屈光度为：

$$F_1 = \frac{1.49-1}{0.00857} = 57.18\text{D}$$

前表面曲率半径为：

$$r_1 = \frac{0.0003(1.49-1)}{1.49} + \frac{(1.49-1)0.0078}{(-5)\times 0.0078+(1.49-1)} = 8.57\text{mm}$$

与例题 3-1 比较，可见考虑镜片厚度时，镜片的前表面屈光度较低。

第二节　隐形眼镜顶点屈光度换算

通常验光获得的屈光度为框架眼镜的镜片屈光度，框架眼镜与角膜的距离一般为 10～15mm，而隐形眼镜直接与角膜接触，由于顶点距离的存在，在矫正相同屈光不正度数眼时，隐形眼镜所需屈光度与框架眼镜所需屈光度不同，隐形眼镜屈光度需经顶点屈光度换算。

顶点屈光度的换算可由公式法和经验法获得，具体如下。

一、公式法

如图 3-2-1 所示，设隐形眼镜平面与框架眼镜后顶点距离为 d，框架眼镜的屈光度为 F，焦距为 f，隐形眼镜的光度为 F'，焦距为 f'，则

$$\because \quad f'=f+d$$

$$\text{将} \quad F'=\frac{1}{f'}, \quad F=\frac{1}{f} \quad \text{代入上式}$$

$$\therefore \quad F'=\frac{F}{1-dF}$$

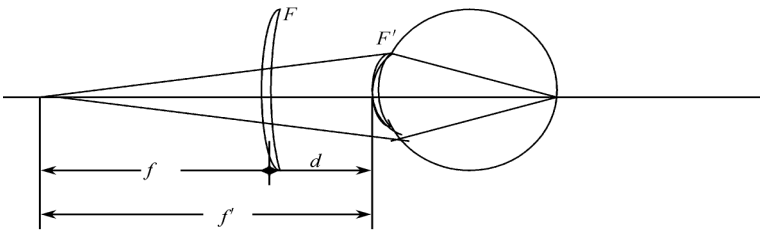


图 3-2-1　顶点屈光度换算

例题 3-3：设一眼镜处方为－12.00D，镜片顶点距离为 12mm，求隐形眼镜的有效屈光度。

计算：

$$F_{cl}=\frac{-12}{1-(0.012)\times(-12)}=-10.5\text{D}$$

即当框架镜的处方为－12.00D 时，隐形眼镜只需－10.50D。

例题 3-4：设一眼镜处方为 12.00D，镜片顶点距离为 12mm，求隐形眼镜的有效屈光度。

计算：

$$F_{cl}=\frac{12}{1-0.012\times 12}=14.00\text{D}$$

即当框架镜的处方为 12.00D 时，隐形眼镜则需 14.00D。

通过上述公式计算可以获得不同眼镜屈光度时，隐形眼镜的有效屈光度。当屈光度低于±4.00D 差异较小(差异小于 0.25D)，临床上可以忽略距离效应。为了方便验配，眼镜度数与相应的隐形眼镜屈光度制成顶点换算表格(见附录附表 1)。

表 3-2-1　经验法隐形眼镜顶点屈光度换算表

验光度数(D)	顶点屈光度换算差值(D)	验光度数(D)	顶点屈光度换算差值(D)
＜4.00	0	±9.25～10.00	±1.00D
±4.00～5.00	±0.25D	±10.25～11.00	±1.25
±5.25～7.00	±0.50D	±11.25～12.00	±1.50
±7.25～9.00	±0.75D	±12.25～13.00	±1.75

二、经验法

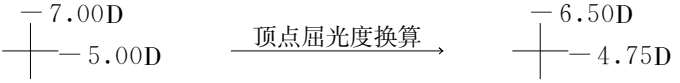
根据对顶点光度换算结果的归纳，制成经验表格便于记忆(表 3-2-1)。

例如：验光处方为－4.00DS，则隐形眼镜的顶点屈光度换算为－3.75D；验光处方为＋4.00DS，则隐形眼镜的顶点屈光度为＋4.25D。

三、散光的隐形眼镜顶点屈光度换算

如果验光结果有散光，则需通过光学十字交叉法分解成互相垂直的子午线上的屈光度，将每个子午线的屈光度分别进行顶点屈光度的换算，然后获得隐形眼镜屈光度的处方。

例如：验光处方为：－5.00DS/－2.00DC×180°，则十字交叉法分解：



隐形眼镜顶点屈光度为：－4.75DS/－1.75DC×180°。

第三节　泪液透镜

一、泪液透镜的概念

隐形眼镜镜片的后表面与角膜的前表面之间的泪液构成的液态透镜称泪液透镜。泪液透镜根据镜片类型以及镜片配适不同而有不同作用。

1. 镜片较柔软，镜片下的泪液透镜很薄，此时镜片的形态符合角膜形态，因此泪液透镜没有屈光度。

2. 如果使用硬性镜片，泪液透镜取决于镜片后表面和角膜形态关系以及材料的硬度。硬性镜片的配适可描述为平坦（或顶点接触）、匹配（或平行配适）、陡峭（或顶点空隙）。不同的镜片配适表现为不同类型的泪液透镜。

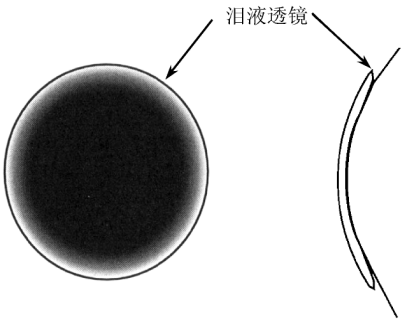


图 3-3-1　泪液透镜为平光镜

（1）如果镜片后表面中央曲率（基弧）与角膜前表面中央曲率（K 读数）相匹配，泪液透镜为平光镜（图 3-3-1）。

（2）如果镜片基弧较角膜前表面中央曲率平坦，则泪液透镜为凹透镜（图 3-3-2）。

（3）如果镜片基弧较角膜前表面中央曲率陡峭，则泪液透镜为凸透镜（图 3-3-3）。

3. 如果镜片偏离中心位置，由于上下眼睑的压

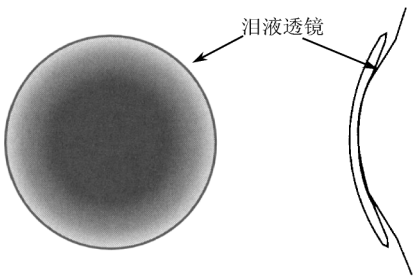


图 3-3-2　泪液透镜为凹透镜

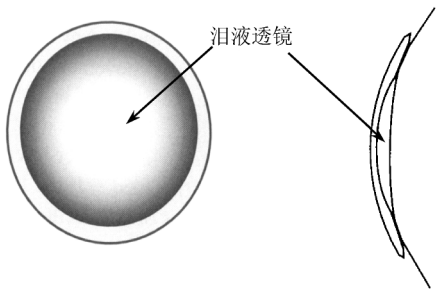


图 3-3-3　泪液透镜为凸透镜