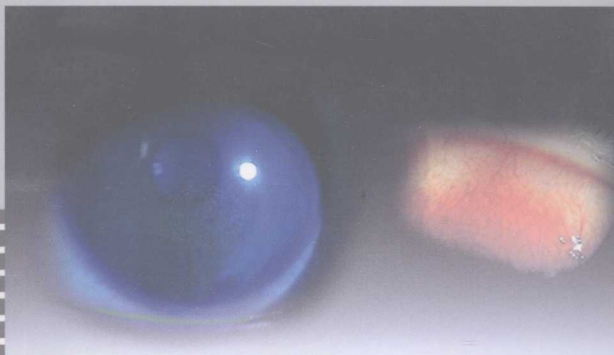


借



# 角膜接触镜并发症及处理

JIAOMOJIECHUJING BINGFAZHENGJICHULI

谢培英 主编

北京大学医学出版社

# 角膜接触镜并发症及处理

主 编 谢培英

北京天学医学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

角膜接触镜并发症及处理/谢培英主编. —北京: 北京大学医学出版社, 2007. 10  
ISBN 978-7-81116-336-0

I. 角… II. 谢… III. 角膜接触镜—并发症—诊疗  
IV. R778. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 129882 号

## 角膜接触镜并发症及处理

---

主 编: 谢培英

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100083) 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](mailto:booksale@bjmu.edu.cn)

印 刷: 北京瑞达方舟印务有限公司

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: 15.5 插页: 9 字数: 395 千字

版 次: 2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷      印数: 1-3000 册

书 号: ISBN 978-7-81116-336-0

定 价: 46.50 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)

## 编者名单

主 编 谢培英

编 者：（按姓氏笔画排序）

王 丹	王 涛	王志昕	刘 营
迟 蕙	汪 芳	张 晔	杨丽娜
杨远慧	杨润洁	郑英德	唐 琰
郭 曦	谢培英	冀红云	

# 前 言

最近十余年，可以认为是角膜接触镜领域令人振奋的变革时代，伴随各项科学技术的发展，涉及多学科的角膜接触镜技术也有了新的飞跃。丰富多彩的生活、学习、工作在不断寻求角膜接触镜使用的多样化，因此各种新型材料的开发研制，各种新型的设计和制造加工技术，各种不同的戴镜方法、护理方法正共同向多元化、个体化的方向发展。普及使用率也有显著提高，在发达国家中，美国和日本目前配戴角膜接触镜人口超过总人口的11%，一些欧洲国家约为6%~9%，而发展中国家相对比例较低，中国目前约有550万人配戴角膜接触镜，仅占全国总人口的0.4%。

对角膜接触镜的正确认识和深入理解它的光学矫正优势、应用前景、存在的潜在隐患和防范的力度，对于科学普及推广角膜接触镜的专业技术具有十分重要的意义。

我国角膜接触镜领域的发展虽已有数十年，但与一些工业发达国家相比，仍存在着不小的差距，尤其在对角膜接触镜可能在某些不利条件下对眼睛产生的各种影响、可能引起的眼部并发症、如何预防与及时治疗、如何有针对性地加强监督管理等方面，认识上还比较局限与浮浅，操作上的盲目性较大，在一定程度上阻碍了这项技术的健康顺利发展。

近年来随着验配使用，与角膜接触镜相关的一些问题层出不穷，众多眼科医师和视光医师已越来越关注因CL材料、设计、验配、清洁、消毒、使用不当等引起的眼表面异常反应，特别是角膜一系列并发症的发生。国外专门论述角膜接触镜并发症的专著、各类参考书籍、培训教材等相对较多，而国内却很稀少，至今尚无一本这类的专著。为弥补这一缺憾，北京大学医学部眼视光学研究中心群策群力，在参阅大量国内外书籍和研究论文的基础上，结合了本中心近年来的研究结果，编写了这本《角膜接触镜并发症及处理》。书中尽量客观而全面地评述了不同角膜接触镜以及不同配戴方法与眼部并发症发生的频率和程度之间的关系，分析了常见原因和临床表现，也提出了诊断、处理意见和治疗方法，并配有较多插图，可作为各级眼视光医师和专业技术人员、医学院校教师、学生专业性较强的参考书籍。

我们希望本书的出版，能够加快专业知识的普及，有助于加强角膜接触镜领域中理论与实践的结合，进一步提高医患双方对眼的安全保护意识，同时促进国内外的技术交流。

至此我还要特别感谢我的母亲戎学珍教授，为协助本书的出版，退休之余长达数月为我们翻译了大量的英文参考书籍和文献，谨以此书献给她，以表达我们的感激之情和衷心的祝愿。

谢培英

# 目 录

第一章 角膜接触镜与氧和眼表病理生理.....	(1)
第一节 氧与眼表环境.....	(1)
一、地球上氧的发生与生物进化.....	(1)
二、眼表环境的生理状态与变化.....	(2)
三、氧需求量.....	(3)
四、氧对角膜的作用.....	(3)
第二节 角膜接触镜与氧代谢.....	(5)
一、角膜接触镜的发展.....	(5)
二、角膜接触镜的透氧性能.....	(5)
三、高碳酸症.....	(9)
四、缺氧引起的角膜急性损伤.....	(9)
第二章 角膜接触镜并发症实况调查以及角膜接触镜配戴者的常见症状 .....	(12)
第一节 角膜接触镜配戴人口和并发症的实况调查 .....	(12)
一、各国角膜接触镜配戴人口比例 .....	(12)
二、角膜接触镜并发症的种类、比例和主要原因 .....	(12)
第二节 角膜接触镜配戴者的自觉症状和体征 .....	(15)
一、SCL 常见的自觉症状和体征 .....	(15)
二、RGPCl 常见的自觉症状和体征 .....	(17)
三、角膜接触镜配戴者常见症状分析 .....	(18)
四、CL 引起的特征性眼表异常 .....	(30)
第三章 角膜接触镜对角膜的影响 .....	(35)
第一节 角膜的解剖与生理 .....	(35)
一、角膜的解剖 .....	(35)
二、角膜的组织学结构与生理 .....	(36)
三、角膜的血管 .....	(41)
四、角膜的神经 .....	(41)
五、角膜的功能 .....	(41)
第二节 角膜上皮层的异常改变 .....	(41)
一、角膜上皮代谢率降低, 细胞分裂活动抑制 .....	(41)
二、角膜上皮形态改变 .....	(42)
三、角膜上皮屏障功能降低 .....	(44)
四、角膜上皮水肿 .....	(45)
五、角膜上皮微囊 .....	(46)
六、角膜上皮连接性受损, 上皮脱落 .....	(47)
七、角膜上皮厚度减薄 .....	(56)

八、角膜上皮生物化学的改变 .....	(57)
九、角膜上皮病理及超微结构改变 .....	(60)
第三节 角膜实质层的异常改变 .....	(64)
一、角膜实质酸化 .....	(64)
二、角膜实质水肿 .....	(65)
三、角膜实质薄化 .....	(69)
四、角膜实质细胞的变化 .....	(70)
五、角膜塑形镜对角膜厚度的影响 .....	(71)
六、无菌性角膜浸润 .....	(74)
第四节 角膜形态的异常改变 .....	(75)
一、球面、非球面 CL 的影响 .....	(75)
二、角膜塑形镜 (Ortho-K CL) 的影响 .....	(76)
三、角膜变形的恢复 .....	(78)
第五节 角膜色素沉着与角膜新生血管 .....	(78)
一、角膜色素沉着 .....	(78)
二、角膜新生血管 .....	(83)
第六节 角膜内皮细胞的异常改变 .....	(85)
一、角膜内皮空泡样变 .....	(85)
二、角膜内皮多形性改变 .....	(88)
三、角膜内皮细胞密度改变 .....	(91)
四、Ortho-K CL 对角膜内皮细胞的影响 .....	(92)
五、角膜内皮 polymegathism 的病理和超微结构改变 .....	(94)
六、角膜内皮细胞功能 .....	(95)
第七节 角膜知觉减退 .....	(97)
一、角膜敏感度测量 .....	(97)
二、角膜敏感度的影响因素 .....	(97)
三、短期配戴角膜接触镜的影响 .....	(98)
四、长期配戴角膜接触镜的影响 .....	(99)
五、角膜知觉减退的机制 .....	(101)
第八节 总结与展望 .....	(102)
一、CL 引发的角膜异常总结 .....	(102)
二、角膜衰竭综合征 .....	(102)
三、CL 新材料新技术的发展前景 .....	(103)
第四章 角膜接触镜对结膜的影响 .....	(104)
第一节 结膜的解剖与生理 .....	(104)
一、结膜的解剖 .....	(104)
二、结膜的组织结构 .....	(106)
三、结膜的腺体组织 .....	(107)
四、结膜血管 .....	(107)
五、结膜神经 .....	(107)

六、结膜的主要生理功能	(107)
第二节 角膜接触镜对结膜的影响	(108)
一、影响因素	(108)
二、角膜接触镜引起的常见结膜症状	(110)
第三节 角膜接触镜引起的结膜并发症	(113)
一、急性红眼	(113)
二、巨乳头性结膜炎	(114)
三、护理液过敏症	(118)
四、结膜干燥症	(118)
五、滤泡性结膜炎	(119)
六、急性传染性结膜炎	(119)
七、慢性卡他性结膜炎	(121)
八、接触镜引发结膜并发症的预防	(123)
第五章 角膜接触镜对泪膜的影响	(126)
第一节 正常泪膜的结构、成分及功能	(126)
一、正常泪膜的结构	(126)
二、正常泪液的成分	(127)
三、正常泪膜的功能	(129)
四、病生理变化对泪膜的影响	(129)
第二节 泪液动力学	(130)
第三节 配戴角膜接触镜中泪液的效应	(131)
一、光学效应	(131)
二、生理学效应	(132)
三、力学效应	(132)
第四节 角膜接触镜对泪膜的影响	(133)
一、配戴角膜接触镜对泪膜形态结构的影响	(133)
二、配戴角膜接触镜对泪膜稳定性的影响	(136)
三、配戴角膜接触镜对泪液量的影响	(137)
四、配戴角膜接触镜对瞬目的影响	(139)
五、HCL 导致眼干燥的机制	(139)
六、SCL 导致眼干燥的机制	(141)
七、配戴角膜接触镜周围环境对泪膜的影响	(142)
八、配戴角膜接触镜对干眼症患者的影响	(143)
第五节 配戴角膜接触镜后泪液成分的变化	(144)
一、蛋白质	(144)
二、黏液	(145)
第六节 配戴角膜接触镜后泪液物理性质的变化	(145)
一、pH 值	(145)
二、渗透压	(146)
三、蒸发	(147)



第七节 配戴角膜接触镜对泪液循环的影响	(148)
一、HCL 对泪液循环的影响	(148)
二、SCL 对泪液循环的影响	(149)
第八节 如何减少角膜接触镜对泪膜的影响	(150)
一、可能出现的干眼症状	(150)
二、如何缓解角膜接触镜导致的干眼症状	(151)
<b>第六章 角膜接触镜引起的视觉质量变化</b>	(153)
第一节 角膜接触镜引起的视觉症状	(153)
一、视物模糊	(153)
二、视物出现重影和虚影	(156)
第二节 角膜接触镜的验配和护理对视觉质量的影响	(158)
一、角膜接触镜的验配对视觉质量的影响	(158)
二、角膜接触镜护理不当引起的视觉质量改变	(159)
第三节 角膜接触镜引起的波前像差变化	(160)
一、波前像差	(160)
二、像差对视觉效果的评价	(161)
三、角膜接触镜的像差改变	(161)
第四节 角膜接触镜引起的对比敏感度和眩光对比敏感度的变化	(167)
一、关于对比敏感度	(167)
二、影响人眼对比敏感度的因素	(167)
三、角膜接触镜引起的对比敏感度变化	(168)
第五节 角膜接触镜引起的调节和辐辏的变化	(172)
一、眼的正常调节和辐辏	(172)
二、阅读时眼的调节和辐辏	(172)
三、角膜接触镜对眼的调节和辐辏的影响	(173)
四、调节辐辏紊乱引起的症状和解决方法	(173)
第六节 角膜接触镜的棱镜效应	(174)
一、框架眼镜的棱镜效应	(174)
二、角膜接触镜自体偏移产生的棱镜效应	(174)
三、泪液透镜的棱镜效应	(174)
四、角膜接触镜的总体棱镜效应	(175)
第七节 角膜接触镜引起的视野改变	(176)
一、注视视野和眼镜的视场	(176)
二、角膜接触镜的视野	(178)
第八节 角膜接触镜引起的眼压改变	(178)
一、影响眼压的因素	(178)
二、眼压的测量方法	(179)
三、角膜接触镜引起的眼压改变	(179)
第九节 角膜接触镜引起的色觉及其他改变	(180)
一、角膜接触镜对色觉的影响	(180)

二、角膜接触镜对双眼视觉和立体视觉的影响·····	(180)
<b>第七章 镜片异常引起的眼部并发症</b> ·····	(183)
<b>第一节 镜片自身质量变化</b> ·····	(183)
一、镜片瑕疵与破损·····	(183)
二、镜片变形·····	(184)
三、镜片磨损·····	(184)
四、镜片沉淀·····	(185)
五、镜下异物·····	(191)
六、戴镜操作不当·····	(191)
<b>第二节 镜片配适不良</b> ·····	(193)
一、镜片中心定位不良·····	(194)
二、镜片过松·····	(194)
三、镜片过紧·····	(194)
<b>第三节 镜片材质和设计参数的选择不当</b> ·····	(196)
一、镜片材料的选择不当·····	(196)
二、镜片设计参数的错误选择·····	(200)
<b>第八章 角膜接触镜相关的微生物学</b> ·····	(202)
<b>第一节 微生物概述</b> ·····	(202)
一、微生物的生化特征·····	(202)
二、微生物的物理特性·····	(203)
<b>第二节 与眼睛感染有关的微生物</b> ·····	(204)
一、细菌·····	(204)
二、衣原体·····	(206)
三、真菌·····	(207)
四、病毒·····	(207)
五、原虫·····	(208)
<b>第三节 微生物的检验</b> ·····	(209)
一、微生物培养·····	(209)
二、微生物鉴定·····	(210)
<b>第四节 角膜接触镜和眼表微生物</b> ·····	(210)
一、角膜接触镜对眼部微生物的影响·····	(210)
二、无症状配戴者·····	(211)
<b>第五节 角膜接触镜引起的角膜感染</b> ·····	(211)
一、角膜接触镜引发感染的机制·····	(212)
二、各类角膜接触镜引起的角膜感染发生率·····	(212)
三、各类感染性角膜炎·····	(214)
四、预防感染的对策·····	(218)
<b>第九章 角膜接触镜护理系统及其对眼部的影响</b> ·····	(220)
<b>第一节 药物作用于眼部的基础知识</b> ·····	(220)
一、药物对机体的作用·····	(220)

二、药物的眼内过程.....	(221)
第二节 角膜接触镜护理液的特性.....	(221)
一、护理液的渗透压.....	(221)
二、护理液的 pH 值.....	(222)
三、护理液的黏滞度.....	(222)
第三节 角膜接触镜护理系统的组成及特点.....	(222)
一、角膜接触镜保养液/护理液的成分和功能.....	(222)
二、角膜接触镜润眼液的成分和功能.....	(225)
三、角膜接触镜护眼液/洗眼液的成分和功能.....	(226)
第四节 角膜接触镜护理系统对眼部的影响.....	(227)
一、护理液对眼部的影响.....	(227)
二、其他护理物品对眼部的影响.....	(230)
三、角膜接触镜护理方法不当引起的损害.....	(230)
参考文献.....	(232)
彩    图.....	(237)

# 第一章 角膜接触镜与氧和眼表病理生理

## 第一节 氧与眼表环境

角膜接触镜（contact lens, CL）的发展史从某种意义上可以说是与氧的斗争历史，而我们生命体的进化史也是一部与氧进行搏斗的历史。

### 一、地球上氧的发生与生物进化

地球约在 46 亿年前诞生，当时的环境处于 5 000℃ 以上的极度高温状态，有很强的紫外线辐射，大气中只有氮气和二氧化碳，为无氧时代。

#### （一）生命诞生

大约 40 亿年前地球的原始生命在水中诞生，水吸收了紫外线保护生物体不被波及，特别是海水给生物体提供了非常优良的生活环境。这一时期由于是无氧环境，所以只存活靠氮和硫酸提供营养的生物体。约 20 亿年前地球开始出现了氧并迅速增加，因此地球上的生物体约有一半的历史是在无氧或极度低氧的环境下度过的。

#### （二）生物进化

生物进化过程中出现了细胞膜、细胞核，以及多细胞生物，在维持生命摄取必要的碳和氮的化学反应中，需要大量的能量。地球上藻类的出现，逐渐改变了大气环境。与生物体的进化有显著不同的藻类，可利用太阳光进行光合作用，需有效地吸收利用二氧化碳，而氧却作为代谢废物被排泄到大气中。氧最初与地表的矿物质发生反应，被氧化物吸收，其含量逐渐增多，最终使大气中充满了氧气，这对当时的地球而言可理解为历史上最大的环境污染。我们如今生长的环境必须以一定含量的氧为先决条件，而那时氧对当时的生物体却产生了极大的干扰。能顺应大气变化逐步利用氧并建立氧储备能力的生物体，则继续生存并不断进化。之后无脊椎动物诞生，然后出现鱼类、两栖类、爬行类、哺乳类，基本是从水中向水际、陆地大气中逐步扩展生活空间，向高级进化。可以说水（特别是海水）是养育我们生命的源泉，血液、羊水、泪液等体内的水液命名仍可追踪出海水时代的痕迹（图 1.1）。

#### （三）抵御氧侵袭

生物体在从优越的海中环境向严酷的大气环境进化的过程中，地球上的生物体为度过氧休克带来的灭绝危机，采取了各种防护手段，有些逃逸到无氧或极低氧环境中延续生命，如逃到氧含量少的土壤中潜伏起来，有些则发育出保护外壳，如硬壳动物的出现和进化，然后再逐渐向具有柔软皮肤覆盖体表的形态移行，以获得更大的自由度和运动性。而另一些则通过构筑氧代谢通路进行抵抗。

从细胞水平考虑，皮肤的表皮细胞层、角膜上皮细胞层等由表皮外胚叶而来的细胞群，对保护生物体内环境防止氧等侵袭发挥着重要作用。如果单指角膜的生理功能，角膜上皮保护着角膜实质，维持角膜整体的透明性；角膜上皮若有缺损或迁延化，角膜实质将产生水肿失

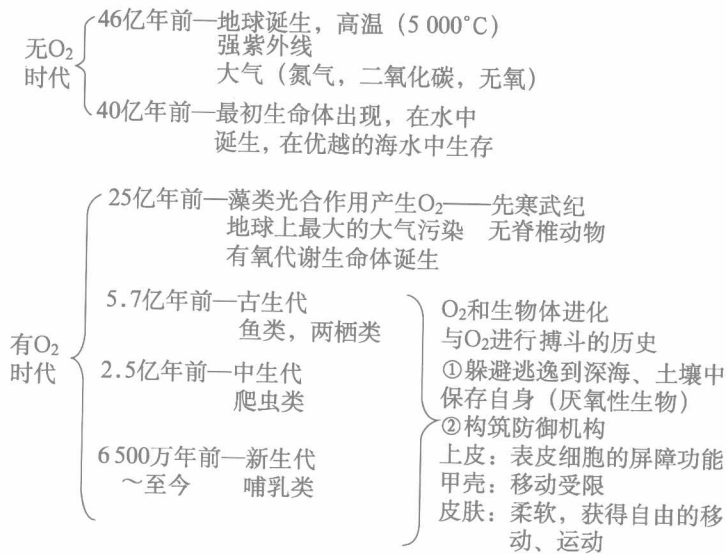


图 1.1 地球上 O<sub>2</sub> 与生物的进化

去透明性，角膜感染也只在角膜上皮有损伤的情况下发生。上皮健全对我们的身体是一个最有利的保护，而上皮的损伤可能导致各种疾病的发生，这一点从地球漫长的历史中更能深刻体会。

## 二、眼表环境的生理状态与变化

涉及眼表面环境的生理性改变，可通过眼睑张开与闭合时间的变化进行观察，任何原因引起的眼睑闭合时间延长，均将触发眼内生化学、细胞学和微生物学等连锁反应，最终导致炎症、缺氧和干眼的状态。

### (一) 闭睑环境

在闭睑环境下，角膜表面的氧含量从大气环境中的 21% 减少至 8%。延长闭睑可引起泪液淤滞，泪液量减少，氧分压降低，二氧化碳增加，pH 值下降，角膜水肿，角膜内皮空泡样反应，角膜温度增高，乙酰胆碱减少，角膜知觉降低等一系列改变。分析闭睑环境下的泪液成分可以确切地证实亚临床炎性症状存在于睡眠中眼睑下方，泪液蛋白质、IgA 和血浆白蛋白增加，补体和纤维蛋白溶酶原激活，产生化学激活因子，多形核细胞增多，并释放出弹性蛋白酶和胶原酶之类的高反应性物质。其它一些主要反射性泪液成分，如溶菌酶、乳铁蛋白以及泪液特有的前白蛋白亦处于淤积状态。与此同时，闭睑还促使微生物聚集于结膜和睑缘上。

### (二) 表面氧分压和二氧化碳分压

开睑状态角膜暴露于大气环境下，表面氧分压 (PO<sub>2</sub>) 为 155mmHg，二氧化碳分压 (PCO<sub>2</sub>) 接近 0 (表 1.1)。前房中 PO<sub>2</sub> 为 55mmHg，PCO<sub>2</sub> 为 40mmHg，这是正常状态下氧 (O<sub>2</sub>) 与二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 流通在眼内的分布状况。眼睑闭合后，睑结膜毛细血管 PO<sub>2</sub> 大约为 60mmHg，是开睑的 1/3 左右，而角膜表面由于角膜的氧消耗，表面氧流量小，PO<sub>2</sub> 降低至 40mmHg。眼睑闭合后睑结膜的 PCO<sub>2</sub> 与前房中相同，其浓度梯度可忽略不计。一些研究人员发现开睑和闭睑对缺氧反应的程度有明显的个体差异，考虑与个体不同的角膜、晶体的

氧需求，角膜内皮细胞的结构与功能，泪液的化学过程和现象，眼睑作用，镜片泵样作用以及生理性眼睑闭合不完全等因素有关。睡眠中泪液和角膜实质 pH 值降低，角膜温度和泪液渗透压的增高也会影响角膜的供氧水平。

睡眠中角膜厚度的增加，最早见于 Mandell 等人的论文报告。由于角膜实质对泪液蒸发改变的渗透性反应，睡眠后经测定，角膜厚度约增加了 4%，开睑后 1 小时，角膜厚度会恢复基本状态，而且随日间变动逐渐变薄。

表 1.1 开睑、闭睑状态眼表面生理环境

	闭睑	开睑
角膜 pH 值	7.39	7.55
泪液 pH 值	7.25	7.45
温度 (°C)	36.20	34.50
张力 (% NaCl)	0.89	0.97
O <sub>2</sub> (mmHg)	61.00	155.00
CO <sub>2</sub> (mmHg)	55.00	0.00

### 三、氧需求量

海平面上眼睛需要的氧水平应为 20.95%，海拔升高氧相对减少，在闭睑和睡眠时眼内的氧约只有开睑时的 1/3。根据角膜一系列的改变，维持角膜最基本的生理代谢活动所需要的临界氧水平列于表 1.2。

表 1.2 角膜临界需氧水平

生理标准	最小氧水平 (%)
角膜水肿	CL DW9.9, EW17.9
上皮有丝分裂	13.2
上皮愈合	10.4
角膜敏感度	7.7
糖原消耗	5.0
角膜内皮空泡	15.0~16.6
神经末梢密度	9.0~10.0
自然概念	20.946±0.002

### 四、氧对角膜的作用

有氧代谢过程必须有充足的氧存在，以使体内各种物质的代谢活动非常活跃。在能量的产生中氧的存在也非常重要，1mol 葡萄糖有氧状态下代谢可产生 36mol 的 ATP，无氧代谢

下仅产生 4mol 的 ATP, 也就是说有氧时我们体内将会获得 9 倍多的生物能量, 而角膜上皮组织正是有氧代谢非常活跃的组织之一。那么氧对角膜上皮细胞会产生什么影响? 特别是在创伤愈合过程中会对角膜上皮修复或维持正常结构产生什么样的影响? 角膜上皮在种种分化过程中氧作为何种信号发挥作用?

#### (一) 角膜上皮的屏障功能

正常角膜上皮是连续无伤的细胞层, 是眼表面的一道重要屏障, 可防止各种气体、氧、微生物、化学物质等侵入, 因此角膜上皮发挥着重要的屏障机能。角膜上皮细胞与角膜实质细胞不同, 其更新换代速度快, 以 1~2 周的时间从上皮基底细胞增殖分裂后逐渐向翼状细胞演变, 然后继续向表层细胞分化, 继而细胞凋亡脱落于泪液中, 这一快速的更替可有效地维持角膜实质的透明性并保护角膜表面。各个细胞之间存在一些蛋白质组织以使细胞相互密切附着, 通过染色后电子显微镜观察, 发现上皮细胞之间存在着紧密联结 (tight junction), 特别在表层更多更强, 这一构造可有效防止外界物质入侵并向深层渗透。另外基底细胞之间存在着缝隙连接 (gap junction), 这一构造使细胞与细胞内的状态变化发生连动, 发挥协调机能。

#### (二) 角膜上皮创伤愈合

角膜上皮缺损后局部会出现纤维结合素 (fibronectin) 等细胞连接因子, 促使上皮细胞的连接。首先形成一层细胞覆盖于创面, 一旦有了单层细胞上皮细胞即开始增殖, 细胞数增多, 上皮层增厚, 保持一定构造。这一阶段角膜上皮层的表面并不平滑, 荧光染色检查虽不着染但色素分布不均匀。角膜上皮进一步分化, 形成基底细胞、翼状细胞和表皮细胞的全层结构, 才能重建平滑的角膜上皮表面。国外研究曾将大鼠的角膜上皮剥离, 切除后放入培养皿中静置, 利用像差显微镜和摄像观察角膜上皮的动向, 发现残存的角膜上皮细胞的伸展和移动, 单层细胞活跃地向缺损部位移动力图覆盖缺损部, 然后上皮全层进行移动。若添加纤维结合素等细胞连接因子可见单层细胞的移动亢进, 若添加表皮生长因子 (EGF) 等促细胞增殖因子则可促进上皮细胞层整体的移动。

#### (三) 角膜上皮的分化

人类的角膜在出生前是与子宫内的羊水接触, 出生时才初次暴露于大气的氧中。而小鼠等动物则不然, 出生时仍为闭睑状态, 生后 12 日稍微开睑, 14 日时才完全开睑, 小鼠为我们的研究提供了很好的动物模型。小鼠在羊水中时角膜上皮只有两层构造, 小鼠的眼睑刚刚分离时眼表面一旦与空气接触, 角膜上皮迅速增殖变化成 4~5 层, 14 日后分化成成体的多层细胞。这表明无论是皮肤还是结膜或角膜上皮依据遗传程序化的分化过程, 氧作为一个信号激发上皮向多层化分化。为进一步确认这一事实, 在小鼠生后 8 日眼睑尚闭合时用外科方法强制开睑, 2 日后观察到角膜上皮增厚变为多层, 而且利用特异性染色 K12 证实不是其他的上皮细胞而是角膜上皮细胞的分化, 因此估计大气中的氧成分作为一种刺激因素引发角膜上皮进行性分化。

氧信号在决定上皮分化的方向上也发挥重要作用, 这一结论又提示我们 CL 引起的缺氧反应不单是代谢性和抗感染抵抗力降低, 还要注意角膜上皮分化方向偏移的可能性。

#### (四) 氧对角膜上皮伸展的影响

角膜上皮创伤修复过程中角膜上皮将向创伤面伸展, 氧的浓度是否对伸展速率有影响可通过动物实验得到证实。利用家兔角膜片, 在 1%, 21% 和 60% 氧环境中进行培养, 观察 24 小时后角膜上皮伸展程度, 可以发现随氧浓度的增高, 角膜上皮的伸展量明显增加 (图

1.2), 这一结果表明在氧充足的情况下可促使角膜上皮尽快地伸展修复, 恢复屏障功能。另外一个实验利用溴化脱氧尿核苷探讨不同氧环境下细胞增殖的变化, 发现 60% 氧浓度时细胞增殖亢进, 但在 21% 和 1% 氧浓度下未见细胞增殖亢进。有关角膜上皮的生理功能及创伤愈合过程中氧的需求水平, 仍然期待着今后更深入的研究。

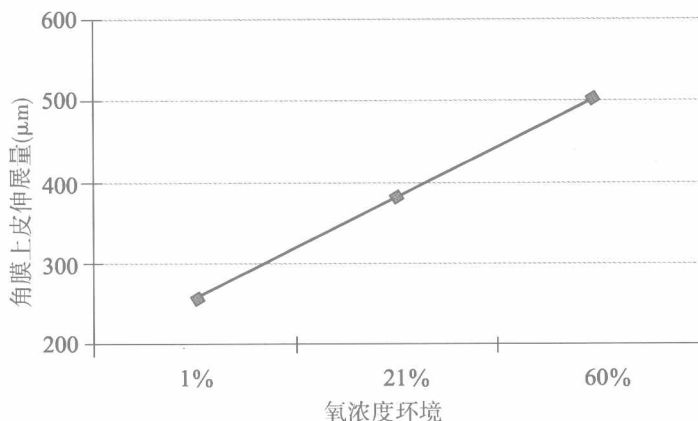


图 1.2 氧浓度对角膜上皮伸展的影响

## 第二节 角膜接触镜与氧代谢

### 一、角膜接触镜的发展

在谈及角膜接触镜与氧代谢的相关问题以及角膜接触镜的并发症之前, 首先要了解角膜接触镜的发展历史。图 1.3 汇总了角膜接触镜实际应用过程中有关材料、配戴方式和消毒方法的发展史。当然角膜接触镜的设计和加工方法也同样经历了不断发展、不断完善的过程, 这将会在各章节中进一步阐述。

### 二、角膜接触镜的透氧性能

#### (一) 透氧系数和透氧率

一般用透氧系数 (permeability, 氧通透性, Dk 值) 作为衡量镜片透氧性能的基础指标, 接触镜的氧通透性是特指镜片材料在单位时间内容许氧气通过的能力。D 为弥散系数, k 为溶解系数, 透氧系数为弥散系数 D 与溶解系数 k 的乘积。

Dk 值评估某种镜片材料的透氧性能尚不全面, 因为不能反映镜片厚度对镜片透氧能力的影响。若以 t 表示镜片的厚度来计算一定厚度的镜片单位时间内容许氧气透过的能力, 则用  $Dk/t$  来表示, 称为透氧率 (transmissibility, 氧传导性), 在计算中 t 的单位取 cm, 通常取镜片的平均厚度。



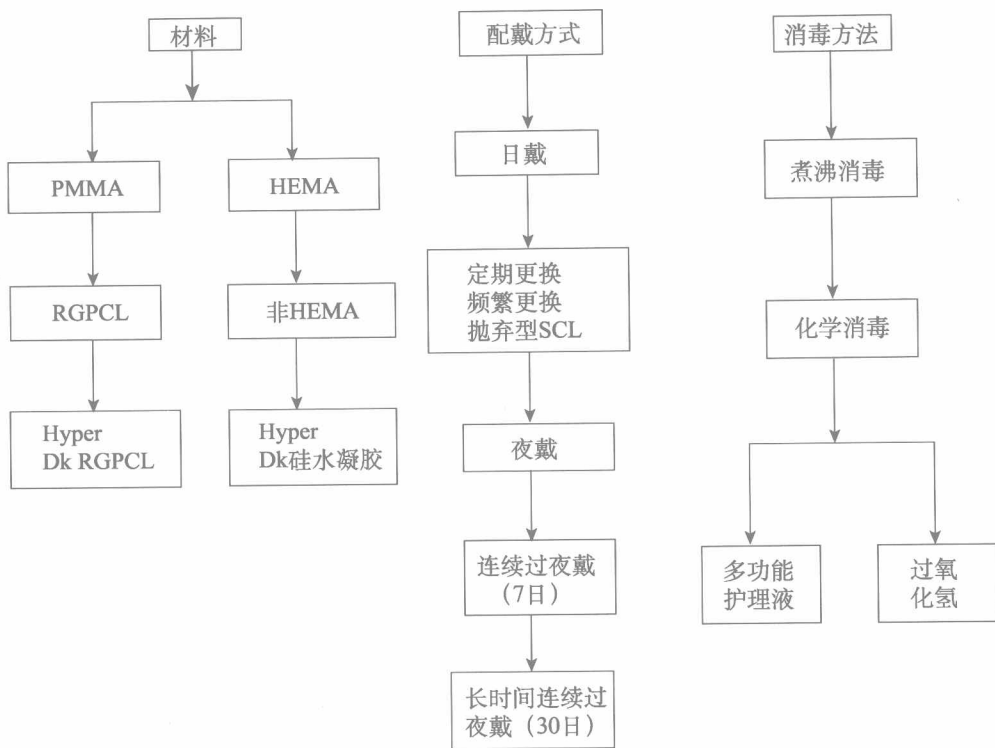


图 1.3 角膜接触镜发展史

## (二) 影响镜片透氧性能的主要因素

任何 CL 戴在眼表面均会不同程度降低角膜的氧供水平。

### 1. 戴镜后角膜获得氧供的途径

已知角膜对氧的摄取水平是角膜能量代谢和维持角膜透明性的关键所在，而角膜所需要的氧气绝大部分来自于外界空气或睑结膜血管，当接触镜部分或完全覆盖角膜时，在一定程度上阻碍了角膜对氧气的摄取。已知角膜获得氧供的途径为泪液排吸、泪液渗透及材料结合三种方式。

### 2. CL 的气体通透性能

各类 CL 对气体的通透性取决于以下几个因素：材料聚合物的成分，含水量，镜片材料对氧的亲和能力，镜片前表面的氧分压，镜片的弹性和边缘设计形态所形成的泪液排吸能力，镜片的配适状态，镜片厚度，镜片上的沉淀物和材料老化程度，以及环境的温度、湿度和海拔的变化都会影响镜片的透氧能力，其中聚合物的成分为最重要的影响因素。

(1) 软性角膜接触镜 (soft contact lens, SCL) 的聚合材料有良好的亲水性，镜片外含氧量高的新鲜泪液可借镜片中的水通道渗透至角膜表面。SCL 的透氧能力与镜片水通道的多寡及行程有关。镜片含水量多则水通道多，透氧性能好；镜片薄则水通道行程短，透氧性能好，故 SCL 的透氧能力与镜片的含水量呈正相关，与镜片的厚度呈负相关。图 1.4 显示出镜片越薄透氧性越好，镜片含水量越高透氧性越好。