

● 主編 張德輝

眼屈光手術學

REFRACTIVE EYE SURGERY

内 容 提 要

本书是一部眼屈光手术的临床实用性专著,全书共分12章,包括眼屈光手术的概念和基础理论,系统介绍近视、远视和散光的手术处理,对角膜地形图、准分子激光手术、角膜镜片等作了详细介绍,对高度近视也进行了深入讨论。本书不是一本单纯的手术学,既有深入的基础理论指导,又有系统手术的详细内容,图文并茂,包括了屈光手术的各个方面。本书可供眼科临床医师、屈光学研究工作者、研究生及医学院校的教师参考。

眼 屈 光 手 术 学

主 编 张金嵩

责任编辑 赵怀庆

河南科学技术出版社出版	郑州市农业路73号
黄委会印刷厂印刷	河南省新华书店发行
开本:787×1092 1/16 23印张 474.2千字 插页1	
1996年9月第1版	1996年9月第1次印刷
印数:1—3000册	

ISBN 7-5349-1825-1/R·389

定价:48.00元

序

眼的屈光手术已在国内外逐步开展,基础研究更加深入,国外已有眼屈光手术的专著出版,国内迄今尚无系统讨论屈光手术的书籍。有的眼科学者预言,21世纪将是眼屈光手术的时代,这就更显出编写本书的必要性和紧迫性。

本书主编张金嵩教授是一位难得的跨世纪人才,是一位年轻的学术带头人。他多年来从事手术治疗屈光不正的重点课题研究,获得重要成果。1993年与著名角膜屈光学者McDonnell博士一起,在美国西部眼科中心Doheny Eye Institute研究屈光手术,并广泛收集有关欧美诸国最新资料,成为本书的编写基础。

本书编写人员都是研究生毕业,在临床一线工作,具有扎实的理论基础,是解决临床实际问题的眼科精兵强将。由他们来编写,相信这部专著必将是理论结合临床的极富实用性的重要参考书。

全书分为12章,约47万字,附图300余幅,真可谓图文并茂,洋洋大观。本书不是一本单纯的手术学,既有深入的基础理论指导,又有系统手术的详细内容。以欧美近年出版的《眼屈光手术》、《角膜手术》和《准分子激光手术》等最新专著为主要参考书,广泛参阅了其它大量国外文献,并结合我国资料及作者临床经验而编写,系统讨论眼科屈光手术。解决的问题是近视、远视和散光等的手术治疗,还包括白内障术后屈光矫正问题。本书试图从基础上造就一个开始步入屈光手术领域的眼科医师,帮助普通眼科医师开展此类手术。有经验的医师将发现本书对他们也是很有参考价值的。本书包括了屈光手术的各个方面,对许多新技术作了详细介绍,并加以适当的评价,是我国第一本系统屈光手术学专著。希望此书不仅是一株灿烂绚丽的花朵,而且是一件得心应手的工具,更具跨世纪的指导屈光手术发展的动力。

张效房

1995年9月于河南医科大学

前 言

眼屈光手术是眼科近年来发展很快的领域之一，国内外已逐步开展。眼科进修医师和研究生听了我所作的关于屈光手术的讲演之后，要求我们把讲稿整理一下，有一个可读性的讲义，由此促使我们于1993年着手编写这本《眼屈光手术学》。以1993年版的《Refractive Eye Surgery》、《Corneal Surgery》和《Excimer Laser Surgery》为主要参考书，并收集国内外文献，于1994年完成初稿，请张效房教授审阅。他要求再查新国内外文献补充内容，认真斟酌每一节内容，确保准确无误，并写出了督促我们出书的序。编写班子只有按他的指示工作，不敢稍有懈怠，促成今日本书之出版。值此，以本书的出版作为我们为我国的导师张效房教授76寿辰（1996年10月20日）的献礼。

高雄市中央医院院长王庭楨教授督促我们勤学上进、为祖国争光，并损资助学。直青医学教育基金以奖学金派遣我赴美研修学习，方能开阔视野、博学众长、收集资料，奠定了编写本书的基础。在此向王庭楨老教授致心衷心谢意。

科学总是在迅速发展的。本书定稿后绘图又花去半年多时间，由于新技术的进步，排版后虽由黄少华博士再通读斟酌增删，我们已觉有些内容落后了。不过只要能使眼科医师了解系统的屈光手术知识，进入这一领域，有所收益，即达我们的目的，同时也是对我们热心的青年医师的回报。由于作者阅历、经历及水平有限，不当之处在所难免，恳请眼科同道多多赐教。

张金嵩

1995年12月于河南医科大学一附院

目 录

第一章 眼屈光手术基础	(1)
第一节 眼屈光手术引言.....	(1)
第二节 屈光手术分类.....	(2)
一、巩膜的屈光性手术.....	(2)
二、角膜缘的屈光性手术.....	(3)
三、角膜的屈光性手术.....	(3)
四、眼内屈光单元的屈光性手术.....	(5)
第三节 实用眼屈光学基础.....	(6)
一、基本概念.....	(6)
二、光在平面上的反射与折射.....	(8)
三、光在单球面上的反射.....	(12)
四、光在单球面上的折射.....	(16)
五、薄透镜.....	(19)
六、共轴球面系统与薄透镜组合.....	(21)
七、厚透镜.....	(23)
八、实际光学系统的像差.....	(24)
九、光阑.....	(28)
十、眼的光学常数.....	(29)
第二章 角膜伤口的愈合	(31)
第一节 角膜的解剖与生理.....	(31)
一、角膜上皮.....	(31)
二、细胞外基质.....	(32)
三、角膜基质.....	(33)
四、后弹力膜及内皮.....	(33)
五、角膜的水合作用.....	(33)
六、泪液膜.....	(35)
七、身体伤口与角膜伤口愈合比较.....	(36)
第二节 角膜上皮的愈合.....	(36)
第三节 角膜基质层的愈合.....	(39)
一、切口.....	(39)
二、角膜伤口的早期改变.....	(39)

三、细胞反应	(40)
四、角膜基质的变化	(41)
五、角膜基质层伤口的愈合过程	(41)
六、Descemet's 膜及内皮愈合	(42)
第四节 不同术式的角膜伤口愈合	(42)
一、角膜切开性手术	(42)
二、表面角膜镜片术	(42)
三、角膜镜片术	(43)
四、角膜磨镶术	(43)
五、热角膜成形术	(43)
六、激光切除性手术	(43)
第五节 影响角膜伤口愈合的因素	(44)
一、缝线对愈合的影响	(44)
二、皮质激素	(45)
三、生长因子	(45)
四、抗生素及其它	(45)
第三章 屈光手术病人的检查与评估	(48)
第一节 普通检查与准备	(48)
一、病史采集及检查前的准备	(48)
二、视力检查	(48)
三、裂隙灯检查与眼底检查	(50)
四、验光	(50)
五、角膜曲率半径	(51)
六、角膜厚度测量	(52)
七、主导眼	(52)
八、眩光与明亮视力测定	(53)
九、眼轴	(53)
十、眼压	(54)
十一、巩膜硬度	(54)
十二、调节近点	(55)
十三、角膜直径	(56)
十四、泪膜	(56)
第二节 角膜地形	(56)
一、正常角膜地形及其区域划分	(57)
二、角膜地形测量法	(62)
三、正常角膜地形图	(75)
四、角膜地形测量的临床应用	(76)
第四章 放射状角膜切开术	(99)

第一节 放射状角膜切开术的发展史	(99)
一、放射状松弛切开术	(99)
二、现代放射状角膜切开术	(100)
第二节 放射状角膜切开术的作用机理	(103)
第三节 设备	(103)
一、刀刃和刀柄	(104)
二、量刀器	(106)
三、眼球固定器械	(108)
四、光学区和切口标记器	(109)
五、超声角膜测厚仪	(111)
六、手术显微镜	(112)
七、其它器械	(112)
第四节 手术病人的选择	(112)
一、适应证	(113)
二、心理因素	(114)
三、禁忌证	(114)
第五节 手术结果的预测	(115)
一、计算机软件	(115)
二、计算图表	(123)
第六节 手术方法	(130)
一、手术步骤	(130)
二、术后处理	(139)
三、二期手术问题	(139)
四、切口深度的评价	(140)
五、加深和延长切口	(140)
第七节 结果	(141)
第八节 放射状角膜切开术的展望	(142)
第五章 散光的手术治疗	(145)
第一节 散光矫正手术的发展史	(145)
一、散光矫正手术的最初探索	(149)
二、散光矫正手术的进展	(149)
第二节 散光矫正手术的基本原则	(150)
一、适于手术矫正的散光	(150)
二、施术者易犯的错误	(151)
三、角膜的平坦与陡峭径线的确定	(152)
第三节 病员的术前检查	(153)
第四节 手术器械	(154)
第五节 矫正散光的现行手术方法	(159)

一、角膜楔状切除术·····	(159)
二、角膜松弛切开术·····	(163)
三、连续缝线调整技术、选择性拆线及其补充手术·····	(186)
四、角膜热成形术·····	(189)
五、六边形角膜切开术·····	(190)
第六章 角膜镜片的制作·····	(194)
第一节 板层角膜屈光手术的历史·····	(194)
第二节 微型冷冻车床切削·····	(197)
一、微型冷冻车床的结构·····	(197)
二、各种角膜镜片的设计·····	(199)
三、表面角膜镜片的切削制作·····	(206)
第三节 冻干切削·····	(210)
一、冻干液的配制·····	(210)
二、塑料底座的制作·····	(210)
三、角膜片的冻干和切削过程·····	(211)
四、改良的冻干切削法·····	(211)
第四节 供体角膜的采集及角膜镜片的保存·····	(212)
一、供体角膜的要求及采集·····	(212)
二、表面角膜镜片的保存·····	(213)
第七章 板层角膜屈光手术·····	(216)
第一节 表面角膜镜片术·····	(216)
一、表面角膜镜片术的历史·····	(216)
二、适应证的选择·····	(217)
三、术前检查和组织镜片的选择·····	(220)
四、手术方法·····	(222)
五、术后观察与处理·····	(227)
六、表面角膜镜片术的手术合并症·····	(228)
七、展望·····	(229)
第二节 角膜磨镶术·····	(230)
一、历史回顾·····	(230)
二、角膜磨镶术的理论基础·····	(231)
三、病例选择·····	(232)
四、术前准备·····	(232)
五、手术方法·····	(233)
六、术后处理·····	(234)
七、结果·····	(235)
八、手术并发症·····	(237)
九、非冷冻角膜磨镶术·····	(238)

第三节 角膜镜片术.....	(241)
一、适应证选择.....	(242)
二、手术方法.....	(242)
三、术后处理.....	(243)
四、结果和并发症.....	(243)
第八章 激光屈光手术.....	(247)
第一节 激光基础知识.....	(247)
第二节 准分子激光与实验材料.....	(252)
第三节 准分子激光屈光性角膜切削术.....	(256)
第四节 准分子激光在眼科其它术式中的应用.....	(262)
第九章 高度近视透明晶体手术.....	(270)
第一节 高度近视透明晶体摘出术的历史.....	(270)
第二节 小切口无缝线透明晶体摘出术.....	(271)
一、手术技术.....	(271)
二、无缝线晶体手术的优点.....	(273)
三、手术效果及并发症.....	(274)
第三节 有晶体眼人工晶体植入术.....	(275)
一、前房角支持型人工晶体.....	(275)
二、虹膜夹双凹型人工晶体.....	(277)
三、晶体表面镜.....	(277)
第十章 后巩膜加固术.....	(281)
第一节 近视的病因.....	(281)
一、遗传因素.....	(281)
二、环境因素.....	(282)
三、与全身或眼部疾病相关的因素.....	(284)
四、视输入性眼反应.....	(284)
第二节 近视眼的病理.....	(290)
一、近视眼的肉眼形态.....	(290)
二、近视眼的显微病理.....	(294)
第三节 巩膜加固术的历史.....	(299)
第四节 后巩膜加固术的作用机制.....	(301)
第五节 巩膜加固材料.....	(302)
一、巩膜加固材料的来源.....	(302)
二、巩膜加固片的形状.....	(303)
三、巩膜植片的制备与保存.....	(304)
第六节 病例的选择和检查.....	(305)
一、病例选择.....	(305)
二、术前及术后检查.....	(306)

三、术前准备.....	(307)
第七节 手术方法.....	(307)
一、单条带后巩膜加固术.....	(307)
二、其它后巩膜加固法.....	(310)
第八节 术后处理.....	(313)
第九节 手术效果及并发症.....	(313)
第十节 球周注射加固术.....	(315)
第十一章 远视的手术治疗.....	(318)
第一节 六边形角膜切开术.....	(318)
第二节 角膜热成形术.....	(321)
第三节 激光角膜热成形术.....	(323)
第四节 角膜缘后环形巩膜缝线术.....	(323)
第五节 准分子激光角膜切削术.....	(325)
第六节 人工合成角膜内镜片术.....	(326)
第七节 自动板层角膜成形术.....	(327)
第十二章 屈光手术的副作用和并发症.....	(329)
第一节 角膜放射状切开术.....	(329)
一、术中副作用.....	(329)
二、术后副作用.....	(329)
三、术中并发症.....	(331)
四、术后并发症.....	(333)
第二节 板层角膜屈光手术.....	(336)
一、术中问题及并发症.....	(336)
二、术后并发症.....	(340)
第三节 准分子激光角膜切削术.....	(342)
名词索引.....	(344)
英中文名词索引.....	(344)
中文名词索引.....	(350)

第一章 眼屈光手术基础

第一节 眼屈光手术引言

屈光手术是指用于改变眼的屈光状态或病理过程的各种手术。如放射状角膜切开术、白内障摘除伴人工晶体植入术、治疗高度近视的巩膜加固术以及穿透性角膜移植术等等均属屈光性手术。

近年来屈光手术发展很快,有些学者甚至认为下个世纪将是屈光手术的时代。屈光性角膜手术更显示出特别重要,一些眼科医生由于经常行角膜切开术,而被称为角膜切开医生(Keratotomist)。他们所治疗的病人被叫作“角膜切开术治疗的患者”。但屈光手术的发展也与其它许多学科一样,经历了许多艰苦漫长的努力,才达到今日之状态。1708年Hermann Boerhaave提出,可以摘除透明的晶体来治疗高度近视。Von Haller 1746年可能已作了临床尝试,但直到1894年,Fukala才报告他摘出透明晶体治疗高度近视。1894年,Snellen在一篇文章中讨论了矫正散光的可能性,可以按照Von Galezowshki的意图,通过切除新月形的角膜片来实现这一愿望。1894年Betes描述了这一矫正技术,并报告了一组病例。1898年Lans也有了同样的报告。到本世纪30年代,日本眼科学者Sato从角膜后面切开治疗近视。由于当时没有认识到内皮的功能,虽取得了一定近期疗效,但术后远期因内皮失代偿造成部分病例失败。60年代Barraquer创立了板层角膜屈光手术,即角膜镜片术和角膜磨镶术,矫正高度近视和无晶体眼。1974年前苏联学者Fyodrov进行首例角膜前表面切开术,治疗近视,获得巨大成功。目前放射状切开术已被各国医生所接受。80年代美国眼科专家Kaufman等在角膜磨镶术基础上提出了表面角膜镜片术,此手术安全有效,若结果不理想还可以拆除镜片。近年来由于显微眼科手术的发展,屈光手术也得到了迅速发展。80年代后期,准分子激光也应用于角膜屈光手术,显示其很好的应用前景。屈光手术检查诊断方法的提高,更促使其得以完善,超声角膜测厚仪、角膜地形图的临床应用,将屈光手术推向更新阶段。我国近年来屈光手术也有迅速发展,虽然与发达国家相比有较大差距,但正在逐步接近。相信眼科工作者,努力奋斗,在不久的将来,在我国的屈光手术领域将会赶上发达国家的水平。

由于显微手术的发展,促进了屈光手术的进步,因此,一个成功的眼屈光手术医生,首先必须是一个优秀的显微手术医生。因为眼的屈光系统是由一个个屈光元件组成的,特别是角膜曲率半径的轻微改变,即可引起明显的屈光度改变。角膜的切开手术要用金刚

石手术刀操作,深浅要以可调的显微手术刀调节切口深度,调节幅度是以微米 μm 计算的。角膜切除术也不能以毫米计算。操作中的微小差别,切除多少,缝合松紧都将明显影响手术结果。所以眼屈光手术医生必须有娴熟的显微操作技能,否则无从谈起手术的效果。

屈光手术是否达到预期目的,离不开几何光学的计算,其最终目的使手术后成为一个正视眼或接近正视状态。眼的屈光系统可以认为是一个厚透镜,或可认为是由多个屈光单元组成的共轴球面系统。那么只有熟悉几何光学的基础知识,并在眼的折光系统中应用,同时以几何光学理论计算设计手术方式和手术量,才可精细地进行手术。故本章专立一节实用眼屈光学基础,系统介绍基础理论,简单回顾几何光学知识,引向几何光学领域,抛砖引玉,以便进行深入研究。

屈光手术或改变角膜曲率半径,或改变眼轴长短,或改变眼内屈光单元的屈光力,总之手术区域位于角膜、角膜缘、巩膜或眼内的晶体等屈光单元中。手术切口的损伤是不可避免的,术后必须进行创伤的修复。在此过程中,角膜巩膜的伤口愈合与手术后效果休戚相关,而这些组织的有关解剖生理学知识对于了解伤口愈合是必须的。所以一个屈光手术医生,最好又是角膜手术医生,又是对解剖生理很熟悉,可进行视网膜、青光眼等手术,并能进行眼内手术的,技术全面且基础知识雄厚的临床工作者。年轻的致力于屈光手术的医生,应当锲而不舍地学习,以牢固的基础知识指导临床实践,争取获得良好的屈光手术效果。为阅读方便,本书另立一章角膜伤口愈合,以介绍有关基础知识。

本书将详尽叙述各种屈光手术的基础知识与临床操作,力求容易读懂,也能学会。目的是从基础上造就一个开始步入屈光手术领域内的医生,以提供其坚实的基础和操作技术。帮助普通眼科医生站在这一手术方法的领域之中。对有经验的屈光手术医生将发现这些内容对他们也是很有价值的。

第二节 屈光手术分类

随着屈光手术的迅速发展,新的手术方法不断出现,这就迫切需要制定出合适的屈光手术的分类方法。分类可以按照手术操作类型,手术部位,屈光不正的类型来分,但每一方法都有其不足或重复之弊。本书将手术进行的解剖部位结合手术操作技术分类,以期能包括治疗屈光不正的基本操作技术,也显示矫正屈光不正的类型,既包括原有的操作技术,也适合于各种原有手术的改良术式,并可随时填充出现的新术式。

一、巩膜的屈光性手术

1. 后巩膜加固术 (posterior scleral reinforcement) 又称后巩膜支撑术 (posterior scleral support operation)。应用加固材料,如巩膜、阔筋膜及其它可使巩膜增强的材料,加

固支撑后部巩膜，特别是后极部，以防止其眼球壁的进一步扩张，并改善脉络膜视网膜的血液循环。本术式主要用于进行性变性近视。

2. 巩膜切除术 (scleral resection) 用切除巩膜或板层巩膜来治疗近视及散光。先切断直肌，在相应的位置进行巩膜切除，并加缝合。Yamamor (1956) 应用切除巩膜方法缩短眼轴。Barraguer 等 (1956) 切除板层获得一定效果。Raze (1957) 用类似方法治疗 3 例镜片矫正不良的患者，在 9 点和 3 点位切除 2mm 宽巩膜，术后减少散光 2.5~5.0 屈光度。

应用巩膜切除术治疗散光，虽然取得了一些经验，但还有一些问题，如各种术式适应症的选择，远期疗效的追踪观察以及显微手术在本术式的应用都需进一步探讨。

3. 巩膜缩短术与延长术 视网膜脱离行巩膜缩短术后，常常出现屈光状态的改变。因此人们想到利用这种术式来矫正近视及散光。Frey (1959) 分析了 32 例巩膜缩短术的患者，有 50% 的病例增加了角膜曲度，缩短了正对巩膜新月形切除的子午线，术后平均散光为 2.37D。有人曾应用纬线切开巩膜，经线缝合切口的办法试图延长巩膜，改良屈光状态。这些术式都还未见系统研究报告，存在问题不少。

二、角膜缘的屈光性手术

1. 角膜缘后环形巩膜缝线术 (annular sclerorhaphy behind limbus) 以 5-0 尼龙线环埋在角膜缘后 2mm~2.5mm 的巩膜板层中，扎紧环线，角膜曲率半径变小，屈光力增加，无晶体眼或高度远视得以矫正。此术式矫正远视有肯定效果，可矫正 5D~15D，操作简单，费用低廉，为一安全的矫正方法，但术后缝线的切割作用在 2 周内使矫正效果下降，常呈矫正不足，并且常有严重的不规则散光。

2. 角膜缘巩膜板层切除术 (lamellar scleral resection of limbus) 角膜缘后的巩膜切除再缝合可明显缩小角膜曲率半径。切除 0.5mm~1.0mm，再紧密缝合，我们的病例一般可使屈光力增加 2D~5D。而板层松弛增大角膜曲率的效果很有限。

三、角膜的屈光性手术

1. 板层屈光角膜成形术 (lamellar refractive keratoplasty) 它包括角膜表面或角膜实质层内放置一组织镜片以改变屈光力的手术。根据手术所使用的材料及术式不同，又有 4 种基本的手术方法。

(1) 角膜磨镶术 (keratomileusis) 即在患者的前部角膜上切去一圆盘状板层，然后在冷冻车床上或用显微角膜刀加工成所需要的形状和屈光度，并将其缝合到原处。

(2) 表面角膜成形术 (epikeratoplasty) 用冻干或新鲜的异体角膜，在冷冻或非冷冻车床上制成所需要的形状和屈光力的透镜，然后将其缝合到受体的去上皮的角膜表面的槽内的手术。

(3) 角膜镜片术 (keratophakia) 该手术是依屈光度的需要, 制成组织镜片, 植入角膜实质层内。所使用的角膜透镜有两种, 一种为异体角膜加工制成的透镜, 另一种为人工合成材料所制成的透镜。人工材料镜片尚在研制中。

(4) 板层角膜成形术 (lamellar keratoplasty) 用一无屈光力的透镜, 包括用供体角膜制成的无屈光力的植片, 来减少近视和圆锥角膜所致的不规则散光或周边角膜变薄的疾病所致的散光。

(5) 自动板层角膜成形术 (automated lamellar keratoplasty, ALK) 是近年问世的治疗高度近视和远视的新型板层角膜屈光手术。ALK 与准分子激光角膜切削术联合应用是目前矫正高度近视的较理想的方法。此方法是在掀开角膜板层后, 在其深面采用计算好的切削厚度, 用自动机械切削 (误差在 $\pm 2.00D$), 或在深面板层上用准分子激光切削 (误差在 $\pm 0.25D$) 两种, 有人将其改进为气动滑轮马达驱动的机械操作, 称此方法为显微板层角膜磨镶术 (microlamellar keratomileusis, MKM, MLK)。此手术可克服准分子激光破坏角膜光学区上皮及前弹力层的缺点, 在掀开的前实质层面操作, 不形成明显的浑浊。

手术适应证: $-2.00D \sim -32.00D$ 的近视; $+2.00D \sim +7.50D$ 的远视。近 2 年内屈光度稳定的患者, 且矫正视力接近正常者。

手术禁忌证: 圆锥角膜, 角膜炎未控制或自身免疫性疾病等均为手术禁忌证。

ALK 的手术设备: 带有刀头槽轨的角膜固定环、角膜成形切削刀头、压平镜和控制器等装置, 用启动马达驱动操作。

手术步骤:

切削角膜帽: 让切削刀头在角膜固定环的槽轨上向前推进, 切开角膜顶部的一个球缺。当切削刀头接近边缘部分时, 停止前进, 即可切成一直径约 $7.5mm$, 厚度为 $0.13 \sim 0.16mm$ 的带蒂的角膜帽。

屈光性切削: 计算再次应切削的角膜实质的切削面积及切削厚度, 调刀后进行第二次切削, 即为屈光性切削。按照不同的切削目的, 分为近视性 ALK, 远视性 ALK, 异体 ALK 及准分子激光 ALK。异体 ALK 用于治疗伴有角膜浅实质层浑浊的高度近视。切除掉浑浊的角膜帽后, 再行屈光性切削。

最后将角膜帽复位: 带蒂的角膜帽在屈光性切削后放回原位, 不需缝合。而异体 ALK 则需要再移植一供体角膜帽, 当然必须缝合才可固定。

2. 角膜切开术 (keratotomy) 指根据屈光度的需要, 切开角膜一定厚度, 使其变平, 以降低所切开经线的屈光力。根据切开类型不同而有不同的手术名称, 如放射状角膜切开术 (RK), 梯形角膜切开术, T 形及 L 形角膜切开术, 还有新月状角膜切开术等。随着科学技术进步, 将会出现新的描述性词语。

3. 角膜切除术 (keratoctomy) 是主要用于治疗散光的手术方式。根据组织切除的

类型,有楔状角膜切除术和新月状板层角膜切除术。前者用于治疗穿透性角膜移植术后散光,后者用于治疗角膜边缘变性所致的散光。如果在角膜缘伤口内缝入一游离的角膜组织,以增加手术径线的角膜凸度,这种手术也可被视为是一种角膜切除术。

4. 穿透性角膜移植术 (penetrating keratoplasty) 用透明而规则的供体角膜,代替中央浑浊的角膜的手术。从1940年至80年代,穿透性角膜移植的主要问题是保持植片的清晰透明问题,而控制和消除由角膜移植所致的屈光不正这一问题显得日益重要。目前穿透性角膜移植术后植片85%以上可保持透明,因此术后屈光状态成为研究的重点问题。对于行角膜移植、白内障摘除和人工晶体植入三联手术的患者更为重要,医生不仅要考虑影响球面屈光力和散光的一些因素,如伤口形状、缝线类型以及供体植片的位置,而且也必须选择能匹配于最终屈光力的植片和眼球轴长的人工晶体。

5. 准分子激光角膜切削术 (excimer laser ablation of cornea, photorefractive keratotomy, PRK) 目前已制成许多远紫外激光(150nm~200nm),可用于切削角膜的操作。F-Ar准分子激光,波长193nm,在角膜组织上的作用是光的分解效果,使组织结构的化学键断裂,被辐射组织成为气化碎屑而被切除。而相邻的组织不伴热效应,不受热损伤。激光光束的横截面积可由一光栅系统控制,而形成辐射在角膜面上的不同大小的光斑。每一激光脉冲可切除角膜厚度是可调的。临床常用 $0.25\mu\text{m}\sim 0.6\mu\text{m}$ 切削深度。调整光斑大小及光束方向,而致切除各部分厚度不同。可用于矫正近视、散光及远视。目前主要用于近视及近视散光。术后前实质层可引起不同程度的浑浊(haze)。

6. 热角膜成形术 (thermokeratoplasty) 即用各种热原,如激光、热探针,或射频电流,来皱缩角膜实质层的胶原纤维,从而使该处角膜变平。该方法已用于治疗圆锥角膜等疾病。因可引起严重散光及上皮化障碍,应谨慎应用。

7. 基质层内角膜环植入术 (intrastromal corneal ring insertion) 基质层内角膜环是由美国加州Kera Vision公司研制的,用以矫正近视的屈光矫正器材。在局麻下,通过近周边角膜的一放射状小切口,将其植入于角膜周边部实质层中间。调节环的紧张度,使角膜中央光学区前表面变平,屈光力减低,以矫正近视。此术式的优点是操作的可逆性,若术后有操作或手术以外的合并症,或需要拆除角膜环,可以即时拆除,且不影响其回复到手术前的屈光状态,角膜内皮也无明显改变。再者本术式不依赖角膜伤口的愈合来保持其屈光状态。角膜环植入后无疼痛及带环的感觉,数日即可完全愈合。植入的局部角膜增厚,手术使7mm范围内的角膜变平,形成角前表面的非球面性,仅此即可使屈光度被矫正2D~9D。经美国数家医院3年观察,认为此方法是安全有效的。

四、眼内屈光单元的屈光性手术

1. 白内障摘除人工晶体植入术 (cataract extraction and intraocular lens implantation) 各类白内障摘除术后,若非原为高度近视,均成为远视状态,植入人工晶体的矫正方

法,在恢复双眼视觉、物像放大接近生理状态及视野不受影响等方面都优于戴用框架眼镜。自 Ridley (1949) 在伦敦植入第一例人工晶体到现在,40 余年的研究改进,人工晶体已成为安全有效的恢复白内障术后视力的理想方法。从人工晶体的质量到手术操作,以及器械设计已相当满意。关于这方面的资料已相当普及,一些优秀专著接连出现,本书不再赘述。

2. 矫正高度近视的透明晶体摘除术 (clear lens extraction for high myopia) 1889 年法国医生 Fukala 首次摘除透明的晶体以矫正高度近视,但术后并发症多。60 年代以来,由于显微手术发展,白内障囊外摘除术有了突破性进展。近年来现代白内障囊外摘除术并发症已大大减少,因此透明晶体摘除矫正高度近视又得到复兴。

3. 透明晶体眼前房型人工晶体植入术 (phakic anterior chamber lens implantation) 高度近视透明晶体摘除后,眼球的自身稳定性遭到破坏,并在一定程度上增加了视网膜脱离的危险性。因此设想前房植入一凹透镜人工晶体来矫正高度近视。但这一术式从 50 年代至今经历了悲惨的历史,仅在近几年由于人工晶体的制作精良和手术操作方法已较理想,这一方法又重新受到重视,Baikoff (1991) 作了 163 例有晶体眼前房支持型人工晶体植入的资料报告,效果尚使人鼓舞。

第三节 实用眼屈光学基础

屈光手术离不开几何光学的计算与数据处理,有些计算是相当复杂的。这对许多临床医生说来,在烦忙的医疗、教学中,还要系统复习数理运算知识,花很多时间运算,简直是对他们的折磨。作者试图把屈光手术牵涉的运算与有关内容简要叙述,以公式化方式交给读者,临床医生可信手检索应用。但眼屈光手术几乎涉及几何光学的方方面面,并联系一些物理光学及材料力学等内容,加之作者能力有限,这一目的难以实现。为紧密联系屈光手术的目的,并使之有较强的可读性,便于计算和解释临床现象,只好仍从光学基础入手,尽可能以简洁的语言,以浅显的数理推导,获得系统的,主要是几何光学的基础知识。

一、基本概念

1. 光与光速 光是一种能量形式,是由光源发出的电磁波,或者说光就是人们眼睛所能看到的电磁辐射。这部分电磁波即可见光的波长在 $400\text{nm} \sim 770\text{nm}$ 之间。波长在 770nm 以上到 $1000\mu\text{m}$ 左右的称红外线,在 390nm 以下到 40nm 左右称紫外线。目前常用的 ArF 准分子激光的波长为 193nm ,属远紫外线。地球上生活的人,长期适应了太阳光谱的峰值范围在 556nm 附近。由于可见光的波长不同,人们才产生颜色的色觉。

从几何光学的角度认识光,它是以直线传播的,因此人们称光为光线。但光也可以

在特殊情况下“绕道”传播，产生干涉和衍射等现象，这只能以光的波动说来解释。光是呈波粒二象性的。波一粒二相性并不是在某一现象中完全表现为波动性，在另一现象中完全表现为粒子性，而是两种性质不能分割，永远共存。

在光学中，常用的波长单位是纳米（nm）或微米（ μm ），它们与米（m）的关系为

$$1 \text{ 微米 } (\mu\text{m}) = 10^{-6} \text{ 米 } (\text{m})$$

$$1 \text{ 纳米 } (\text{nm}) = 10^{-9} \text{ 米 } (\text{m})$$

各种颜色的光在真空中传播速度是相同的，目前测得的真空中的公认光速值为

$$C = 299792.5 \text{ km/s (千米/秒)}$$

但各种颜色的光都是周期性波动的波，它有一定的频率 ν 和波长 λ ，频率和波长与光在真空中的传播速度 C 有如下关系

$$C = \nu\lambda \quad (\text{公式 1-1})$$

真空中光速约为 300000 km/s ，在水中为 225000 km/s ，在玻璃中约为 200000 km/s 。在光密媒质中传播慢，在光疏媒质中传播快。在不同媒质中因波长不同传播速度也不同。

2. 折射与折射率 以上所述光速是指在真空中的速度，而在不同透明体内的传播速度都小于在真空中的速度 C 。各种不同波长的单色光在相同透明媒质中也有不同速度。也可以说当光线穿过不同密度的媒质时，所受到阻力不同。如以空气光学密度为 1，水为 1.33，玻璃为 1.53。光线自第一介质进入第二介质时，除在介面上有一部分返回第一介质外，一部分进入第二介质，其光线传播方向不同于在第一介质中的现象即为折射。光学密度愈高，光被折射也愈显著。

由于光在不同媒质中的光速不同，导致光的折射程度不同。某种单色光在真空中与在某透明媒质中的速度比称为某波长光在该物质内的折射率。我们用 n 表示折射率，必要时须指明对某特定波长光而言。如不特别指明，折射率 n 是对钠黄光波长 $\lambda = 589 \text{ nm}$ 而言。折射率（有时称某媒质对真空的绝对折射率）为

$$n = C/\nu \quad (\text{公式 1-2})$$

C 为真空中之光速， ν 为在某媒质中的光速。气体中的光速与真空中接近， n 接近于 1，由于光的波动性，在某媒质中光的传播速度 C ，也必然等于频率 ν 和波长 λ 的乘积，即 $C = \nu\lambda$ 。光线从一种媒质射向另一媒质，都有相同的频率，所以其速度改变时，波长亦改变，因而透明介质中的物体颜色可与在空气中的颜色不同。如钠光真空中波长 $\lambda_0 = 589 \text{ nm}$ ，水中光速是真空中 $3/4$ ， $\lambda_{\text{水}} = 589 \times 3/4 = 478 \text{ nm}$ 。

3. 光亮度的一些问题 一个物体能被看见，由于它所发出的或反射的光具有足够的亮度。而日常所见的大部分物体因本身不发光，就由它所反射光线的强弱所决定。

(1) 光强 一个发光物体发射光束的密度即光强，它表示光源在一定方向范围内发出可见光辐射的强弱程度，其物理量规定单位为坎德拉（cd）。

(2) 照度 物体表面被照明的程度即照度，它表示单位面积所接受的光通量流明值，