

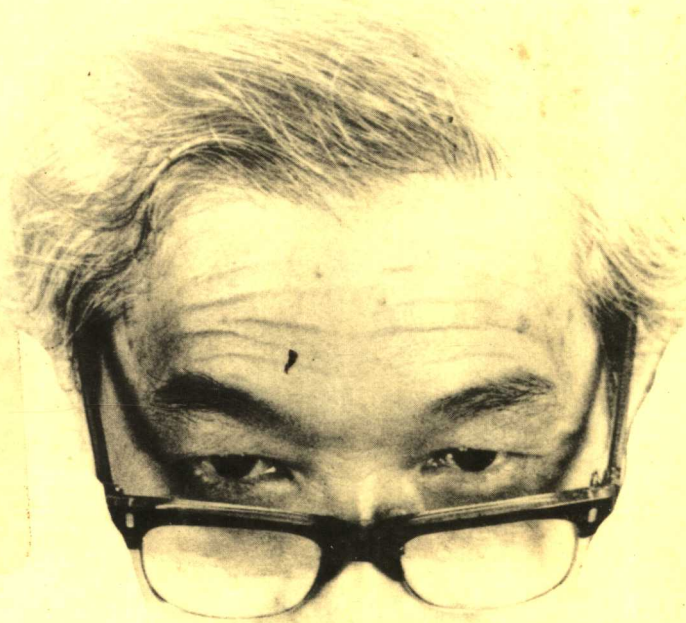
眼

YAN YU YAN JING XUE

与眼镜学

朱学敏 编著

内蒙古人民出版社



眼 与 眼 镜 学

YAN YU YAN JING XUE

朱学敏 编著

孙美珂 审校

内蒙古人民出版社

1992年 呼和浩特

(内蒙)新登字1号

眼与眼镜学

朱学敏 编著

孙美珂 审校

内蒙古人民出版社出版发行

(呼和浩特市新城西街82号)

内蒙古新华书店经销 内蒙古新华印刷厂印刷

开本:850×1168 1/32 印张:14.75 字数:378千

1993年8月第一版 1993年8月第2次印刷

印数:1—4,000册

ISBN7-204-01980-6/R·37 每册:9.55元

内 容 提 要

眼与眼镜在生产建设中,具有重要作用。眼镜能够改进和矫正视力,提高工作效率,应当重视和发展,并扩大这方面的学习、研究和发明。《眼与眼镜学》这本书重点叙述:眼的构造和生理、验光与配镜、光学基础、镜片的联合和转换、眼镜的像放大率、棱镜效应、托力克透镜、微波眼镜、眼内眼镜、声纳眼镜、软性隐形眼镜和近视眼的防治,还有我们研制的有专利号的防近视镜、有色孔镜、弱视镜、色盲镜、磁疗眼镜、单轴交叉柱镜和瞳距镜等。以普及眼镜知识,提高配镜质量,使更多人都能配戴一副满意的眼镜。该书分11章,附图133幅表16个。可供临床眼科医师、验光师、眼镜师和配镜人员参考。

前 言

人类的视器官是经过几百万年逐步发展而形成的，这是由于光和视觉把人类和自然界密切地联系起来，而且具备了解和生活自然界中的条件。眼睛是一个很复杂而完善的视器官，具有特殊的视功能，通过视器官把外界事物反映给大脑，人们才能够对客观存在的事物有所认识，才能够参加生产劳动和科学实验，才能够愉快地生活和工作，才能够对社会发展作出贡献。如果没有眼睛，则一切事物都将处于停顿状态，不可能设想有汽车、飞机、火箭等出现，连最简单的一个工具和一间房屋都不可能产生，人们只能生活在黑暗之中，所以保护眼睛和保护生命是同等重要。社会在发展，人们在生产劳动和科学实验过程中，就越来越需要发挥眼睛的更大作用，而眼睛构造的本身也有缺陷，如屈光异常和老视眼等，常常不能胜任和完成视功能的客观要求，或不能阅读。为此，必须配戴一副眼镜，以弥补视功能之不足，使眼睛能够由看不清楚变为看得清楚。眼镜的发明确实给人类带来了幸福，是一个伟大的贡献。近代眼镜行业发展很快，如变色镜、高折射镜、镀膜镜、塑料镜、接触镜、红外镜和盲人镜等，在品种和生产工艺等方面都有所突破和更新。本人多年来曾收集和学习过有关眼镜方面的资料，整理和编写《眼与眼镜学》这本书，希望它能够在发展眼镜这门科学中发挥一点作用，欢迎广大读者批评指正。

作 者

1992.9.于北京

目 录

第一章 眼球的构造	(1)
第一节 角膜	(4)
第二节 晶状体	(6)
第三节 玻璃体	(7)
第四节 巩膜	(7)
第五节 虹膜	(8)
第六节 睫状体	(10)
第七节 脉络膜	(11)
第八节 视网膜	(12)
第九节 视神经	(13)
第十节 眼肌	(16)
第二章 眼球的生理	(18)
第一节 光觉	(20)
第二节 色觉	(24)
第三节 视觉	(29)
第四节 调节	(36)
第五节 辐辏	(48)
第六节 立体视觉	(54)
第七节 屈光间质的生理	(56)
第三章 眼球的疾病	(59)
第一节 眼球的疾病	(59)
第二节 屈光系统的疾病	(66)
第三节 遮光系统的疾病	(75)
第四节 感光系统的疾病	(78)
第四章 眼的屈光和屈光异常	(81)

第一节 眼的屈光	(81)
第二节 屈光异常	(90)
一、近视眼	(93)
二、远视眼	(107)
三、散光眼	(114)
四、不同视眼	(120)
五、老视眼	(121)
六、无晶体眼	(123)
第五章 验光的设备	(125)
第一节 视力表	(125)
第二节 镜片箱	(131)
第三节 交叉柱镜	(134)
第四节 串镜	(144)
第五节 检影镜	(146)
第六节 瞳孔尺和瞳距镜	(150)
第七节 验光机	(158)
第八节 眼底镜	(163)
第九节 裂隙灯	(164)
第十节 检眼灯	(165)
第六章 验光	(167)
第一节 小瞳验光法	(167)
第二节 散瞳验光法	(173)
第三节 五轮验光法	(185)
第四节 接触镜验光法	(191)
第五节 验光机验光法	(193)
第七章 配镜	(196)
第一节 近视眼镜	(198)
第二节 远视眼镜	(213)

第三节	散光眼镜	(220)
第四节	老视眼镜	(230)
第五节	儿童眼镜	(245)
第六节	疑难配镜	(248)
第八章	光学基础	(263)
第一节	光	(265)
第二节	光的反射	(273)
第三节	光的折射	(281)
第四节	球面的折射	(284)
第五节	三棱镜	(289)
第六节	透镜	(296)
第七节	光具组	(310)
第九章	眼镜	(325)
第一节	眼镜史	(325)
第二节	眼镜的种类	(331)
一、普通眼镜		(331)
二、特种眼镜		(359)
第三节	镜片的制作	(371)
第四节	眼镜的选择和鉴定	(384)
第五节	眼镜架	(391)
第十章	接触眼镜	(402)
第一节	接触眼镜史	(402)
第二节	接触眼镜的材料和制作	(405)
第三节	软镜的临床应用	(414)
第四节	接触镜度数换算公式	(417)
第五节	软镜的配镜方法	(430)
第六节	软镜的消毒和保养	(442)
第十一章	青少年视力恢复镜	(449)

第一章 眼球的构造

眼球是一个完整而精细的光学构造，在屈光系统（包括角膜、房水、晶状体和玻璃体）、遮光系统（包括瞳孔、虹膜、睫状体、脉络膜和巩膜）和感光系统（包括视网膜和视神经）的密切配合下，完成视觉功能。实现视觉功能是一个复杂的过程，当光线经过眼球的屈光系统屈折后将物体成像于视网膜上，产生光化学作用，引起视网膜的感觉细胞的兴奋，通过视网膜的神经细胞和神经纤维将兴奋传给外侧膝状体，经视放射达大脑枕叶皮质中枢，这样才完成了视觉功能，使人们能够感觉到物体的形状、大小和颜色等。

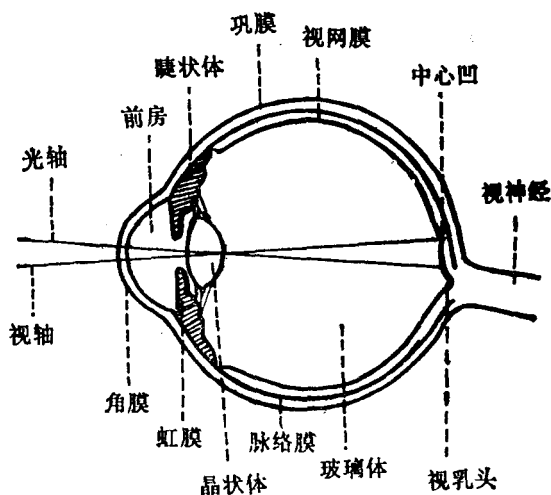


图1 眼球的构造

眼球是一对球形体（图1），卧于眼窝内，每个眼球有6条眼外肌，以保持眼球的正常方位和平衡，使双眼转动灵活，动作协调，如此保证了双眼单视和正常的视觉功能。眼球壁相当薄，前 $1/6$ 是角膜，后 $5/6$ 是巩膜，向内有色素膜和视网膜。虹膜、睫状体和脉络膜的总称为色素膜，也叫做血管膜或葡萄膜。虹膜和睫状体将眼球隔成2个间隙。前者腔小称为前房，充满房水；后者腔大有后房（界于虹膜与晶体之间）、晶体和玻璃体，而玻璃体的体积为最大，光线仅能通过角膜、房水、瞳孔、晶状体和玻璃体，屈折后达视网膜发生感光作用，其他方向均被遮光系统的不透光组织遮住。因此，外界光线经过眼的瞳孔和屈光系统屈折和调节后，使物体在视网膜的黄斑部上清晰成像，方能视物清楚。

眼球有前极和后极，角膜表面的中心点或顶点称为前极，与前极对应的，相当于后部巩膜表面的中心点称为后极，位于后视盘和黄斑部之间。前后极的连线为眼球的前后轴（即光轴），前后轴分为外轴和内轴，自角膜前曲面中心到巩膜表面中心，叫做外轴，自角膜后曲面中心到视网膜内表面中心，叫做内轴。沿眼球表面连接前后极间的弧线为子午线，各子午线的中心点所连成的与子午线相垂直的弧线为赤道。沿赤道划一圆，该圆的水平方向的直径为左右轴（或水平轴），垂直方向的直径为上下轴（或垂直轴）。以前后轴为轴，眼球可以向内或外旋，沿前后轴的水平方向，可将眼球切成上下两半，沿前后轴的垂直方向，可将眼球切成左右两半，沿赤道可将眼球切成前后两半。以左右轴为轴，眼球可以上下转动。以上下轴为轴，眼球可以左右转动。眼球有两个主要面，即赤道面和子午面，赤道面位于前后极之间，与子午面相垂直，所有与赤道面相平行的一些面，称为横断面或冠状面。通过眼球前后极的切面为子午面，分为水平子午面和垂直子午面。凡与子午面平行，但不通过前后极的一些面为矢状面。

眼球还有视轴，是注视点通过结点与黄斑的连线，该轴与光轴不完全符合，视轴是一副轴，在光轴的鼻侧遇到角膜，二轴形成 3° — 5° 之角，由于视轴与光轴的间角很小，所以在眼的成像制图中，可以认为基点位于视轴上。

眼球位于眼眶前部，距眶顶和眶外壁较近，距眶底和眶内壁稍远，眶上下缘的连线很接近角膜顶点，而眶内外缘的连线在整个角膜后，所以眶上下缘对眼球起主要保护作用。眼轴的长度各学者所报告大致相同：高文翰（1965年）的材料，眼球的前后轴长约24毫米，水平轴长约23.5毫米，垂直轴长约23毫米；达塞夫斯基（1956年）的材料，眼球的前后轴长是24.6毫米，水平轴长是24.6毫米，垂直轴长是24.4毫米；DUKE-ELDER的材料，前后轴长是24.15毫米（外轴）和22.12毫米（内轴），水平轴长是24.13毫米，垂直轴长是23.48毫米。很多学者的材料认为：眼球的前后轴的外轴长约24毫米，内轴长约22毫米。超声波计测值，也大致相同，如神吉和男（1961年）测得外轴是24.08毫米，大塚任（1961年）也是24毫米。眼屈光组的屈折力：我们计算结果是58屈光度，史尔宁（1904年）是58.38屈光度；古利斯特兰德（GULLSTRAND 1909年）是58.64屈光度；谷宏（1959年）是58.4屈光度；神吉和男（1961）是69.32屈光度。眼球的重量约7克，体积约6.5毫升，比重为1.02—1.09。正常双侧瞳孔距离为55—70毫米，儿童小成人大。吉尼生（1958年）报告，双侧瞳孔平均距离为59.32毫米，其中男性平均为60.04毫米，女性平均为58.02毫米。孙承录（1979年）报告男性青少年的双侧瞳孔距离，平均为60.23毫米。

眼球本身和各部的发育与屈光状态有着密切关系，眼球的大小在胎生时或生后一个相当的时期内是不断地发育和长大，而眼球本身的长度可以决定屈光异常的性质和程度。又晶状体纤维一生中不断地生长，直接影响眼的调节力。因此，眼球的发育在屈

光学中具有重要意义。眼球的发育十分复杂，屈光系统由表层外胚叶所发生，遮光系统由神经外胚叶和中胚叶发生，感光系统由神经外胚叶发生。眼球在胚胎时由外胚叶即表层外胚叶和神经外胚和中胚叶所形成，在胚胎发育的第二周，由神经管的前端左右两侧开始发生初期眼球，称为第一眼泡。视网膜在胚胎第四周开始发育，直到生后第3—4个月黄斑部才发育成熟。因此，婴儿在生后3—4个月才能注视。眼在发育过程中逐渐长大，胚胎6个月时，眼球的轴长约为12毫米，9个月时约16毫米，新生儿约18毫米，生后2岁时约20毫米，4岁时约22.5毫米，一般在6—8岁眼球的发育成熟，接近正常大小，直到20岁前后即停止发展，成人时约24毫米。而屈光组的各屈光单元的曲率半径和屈折指数也都在眼球发育过程中，不断地发生变化。因此，在20岁以前可以发生远视和近视，一般认为发生轴性远视者多，儿童常常由于远视眼引起共转性内斜视，应及时验光配镜。

第一节 角 膜

角膜位于眼球壁的前1/6，由前面观略成横的椭圆形，是由于上下方角膜被交叉在表面的巩膜组织所遮盖，由内面观则是正圆形。角膜的直径，垂直径为10—11毫米，水平径为11—12毫米，女性较男性平均小0.1毫米，孙世珉等（1960年）测定的结果：角膜前面水平径的平均值，男性为11.04毫米；女性为10.95毫米。垂直径的平均值，男性为10.13毫米；女性为10.08毫米。角膜前曲面的曲率半径为7.84毫米；后曲面的曲率半径为6.8毫米。山地良一（1959年）的材料：角膜前曲面的曲率半径为7.0—8.0毫米；后曲面的曲率半径为6.0—7.0毫米。谢尔宁（1904年）的材料：角膜前曲面的曲率半径为7.98毫米；后曲面的曲率半径为6.22毫米。角膜呈半球形，但各条径线的弯曲度略有不同，因而很多人

都有不同程度的散光存在，有多有少是屈光异常中常见的散光。角膜的面积约为80平方毫米，它的曲率半径并非各部分都完全一致，中央瞳孔区附近，约为全角膜中央三分之一，而中央4毫米直径的圆形区域，叫做光学区，差不多是球形，各方向的曲率半径相等，是屈光作用最完善的部位，向四周就逐渐呈扁平形。角膜的厚度以中心区最薄，约为0.5—0.8毫米，周边部比较厚，约为1.0—1.1毫米。角膜的屈光率为1.376（根据1904年谢尔宁、1956年烟文平、1958年菅田富久和1959年山地良一的材料）。角膜的屈光力，神吉和男（1961年）统计的结果是 $+43.574 - +44.058$ 屈光度。天野清范（1958年）测定的结果是 $+39.9 - +50.3$ 屈光度。应当注意不管是测定或计算角膜的屈光力时，必须是角膜前曲面和后曲面二者屈光力之和，由于角膜及其前后间质的屈光率不同，尽管角膜中心薄周边厚，其总的屈光力是正值，约 $+43$ 屈光度。

角膜是完全透明无血管的组织，角膜十分敏感，有无数感觉神经末梢分布在角膜的上皮内和上皮下组织。角膜分为五层：由外向内有上皮细胞层、前弹力层、实质层、后弹力层和内皮细胞层。角膜和巩膜交界处，称为角巩膜缘，该处有血管网组织，供给角膜的营养，泪液和房水也是角膜营养的来源。角膜的发育在胚胎4个半星期，表层外胚叶形成晶状体囊而脱落时，遗留下之表层外胚叶上皮相融合在一起，是一单层立方细胞层，以后发展成角膜上皮，同时有中胚叶长入，形成角膜的其他各层，逐渐演化直到生下时才完成角膜各层的发育，角膜在生后的头几年，生长较快，到3—4岁时角膜的大小，已接近成人角膜的大小，但厚度较成人厚。

第二节 晶状体

晶状体形如双凸透镜，完全透明，屈光力很强。其直径约9—10毫米，厚约4—5毫米，前面凸度较小，后面凸度较大。前面的中心称前极，后面的中心称后极，前、后面结合部分称赤道部。晶状体位于虹膜和玻璃体之间。晶状体和晶状体悬韧带把眼球内腔分为前后两部，即前、后房和玻璃体腔。前房充满房水，后房指虹膜后面、睫状体内侧面和晶状体赤道部所围成的环形腔隙。后房也充满房水。晶状体由晶状体囊和纤维构成。晶状体囊为一透明薄膜，完整地包围在晶状体外面。前囊下有一层上皮细胞，后囊下没有这种细胞。前囊下的上皮细胞到达赤道部后伸长、弯曲，移向晶状体内部，成为晶状体纤维。晶状体纤维在一生中不断增生，排列规则并不断地挤向核心部。纤维在年青时期生长较快，至老年时期生长逐渐缓慢。晶状体囊的厚薄不一致，前囊较后囊厚，周边部较中央部厚，前面距中心约3毫米处最厚，后面距赤道部1毫米处最厚。晶状体纤维为同心性纤维，其子午线切面观似洋葱层层覆盖，赤道部垂直切面，则似桔子的横切面。每一条纤维为六角形的带状细胞，周边部纤维有核，排列整齐，渐向中心核即消失，且纤维排列和形状均不很规则。每层纤维在前、后极的止端排列成Y字形或星形，叫做晶状体缝。晶状体纤维之间，层和层之间，都由基质联合。

晶状体悬韧带为连接晶状体和睫状体的透明带状组织，称之为睫状小带或秦氏小带，其作用是维持晶状体的位置。一部分起自睫状突，止于晶状体赤道部后囊上，另一部分起自睫状体平坦部向前行，与部分睫状突相连系，并转向内侧止于晶状体赤道部的前囊上。韧带的每一条纤维由许多细微的纤维丝所形成。这些纤维末端分裂成扇状，附着在晶状体囊上和睫状体上。调节时晶

体变凸与悬韧带的伸缩有关。

第三节 玻璃体

玻璃体为透明无色的胶体，含99%水分，充满在晶体后面，眼球腔内。其前面有凹面小窝，晶状体后面嵌于此窝内；其他部分附于睫状体和视网膜内面。玻璃体由纤维的胶原纤维构成网架，其上附有透明质酸分子，后者能结合大量水分子，从而形成胶体结构。玻璃体周围部分密度较高，称为玻璃体膜。此膜在视神经乳头周围和锯齿缘前2毫米之睫状体平坦部，与之紧密连接。后者称玻璃体底部。当玻璃体脱离时，该处的睫状上皮随之脱离而附于玻璃体上。玻璃体膜分为前后两部：①前界膜，起自玻璃体底部前方，向前内侧伸展到晶状体后面。②后界膜，起自玻璃体部后方，向后伸展，直到视神经乳头边缘处为止。玻璃体的中央由后向前有一管状较透明区域，自视乳头连向晶状体后极，称为可路块特（Cloguet）氏管，为胚胎发育中的原始玻璃体所在部位。

有时可见透明样动脉残存。玻璃体内没有血管和神经。

第四节 巩膜

巩膜是构成眼球壁外层的5/6的纤维膜，与角膜相续，由致密的瓷白色不透明的结缔组织组成，厚度约为0.5—1毫米，儿童的巩膜薄显示葡萄膜的颜色呈蓝色，老年人可因脂肪沉着而呈黄色，巩膜内面因与脉络膜的色素粘连呈棕色，巩膜的厚度并不一致，一般女性较男性稍薄，最后部分在后极部约1毫米，从后极部向前逐渐变薄，在赤道部为0.4—0.6毫米，四个直肌附着部位最薄，仅0.3—0.5毫米，接近角膜缘部位约0.6毫米，在角巩膜交界处的

外面，凹陷如沟状，称为巩膜外沟。沟的内面相对应有一巩膜凹陷，称为巩膜内沟。内沟的后唇向前突，称为巩膜突。有睫状肌附着，所以又叫做色素膜前附着环，巩膜内沟的基底是巩膜静脉窦所在地，窦的内侧有虹膜梳状韧带附着，即小梁网状结构。眼球后部的巩膜有一个形缺口，称为巩膜管，是视神经的出口，位于眼球后部的鼻侧，距后极约3毫米，而略高于后极，管为漏斗形，后面的直径较大，约3—3.5毫米，前面的直径小，约1.5—2毫米，外2/3向后与视神经鞘相连续，内1/3巩膜和脉络膜组织共同形成筛板，视神经纤维束穿过筛板之小孔，到达眼球后形成眶部视神经。巩膜分三层，有巩膜表层、实质层和棕黑板层。巩膜中血管不多，而这些血管形成血管网，几乎全部布于巩膜表层，在前部，接近角膜的巩膜表层中有细密的毛细血管网，其充盈时形成临床上重要的睫状充血。后部，绕视神经周围的巩膜中有视神经动脉环，或称为秦氏环。巩膜实质层有睫状血管和四个涡静脉穿过。巩膜的神经也很少，有睫状神经在视神经周围穿入巩膜，来自三叉神经的眼枝，包括睫状长神经和睫状短神经。睫状长神经进入巩膜后在巩膜与脉络膜之间前行达睫状体，在睫状体扁平部，部分神经纤维进入睫状体，部分穿出巩膜，在角膜缘周围形成神经环，比较敏感。巩膜由中胚叶发育形成。

第五节 虹 膜

虹膜是一个圆形的棕色薄膜，色素十分丰富，位于角膜和晶状体之间，将眼房隔成为前房和后房。虹膜的表面有高低不平的条纹，叫做虹膜纹理，正常情况纹理是清楚的，发炎时纹理不清。虹膜各部分组织厚薄不一，瞳孔领附近为最厚，是瞳孔括约肌所在处，厚约0.5毫米，虹膜根部为最薄处，只有一层色素上皮，眼球钝伤时，易发生破裂，引起虹膜根部离断。

虹膜中央有一圆孔，叫做瞳孔，光线只能通过瞳进入眼内，瞳孔的大小，常在3—5毫米直径之间发生变动。一般人的瞳孔平均在4毫米左右，近视眼比远视眼大，女比男大，初生儿和老年人瞳孔小，光强瞳孔缩小，光弱瞳孔扩大，最小可达1毫米，最大可到8毫米直径。瞳孔的缩小和开大可以调整进入眼内的光线，虹膜近瞳孔边缘处有一环状瞳孔括约肌，由动眼神经支配，其四周有放射状排列的瞳孔开大肌，由交感神经支配。

虹膜的颜色主要决定于虹膜实质中含色素的多少，有的新生儿由于色素少，呈现蓝色，生后色素逐渐增多而颜色随之变深，有者虹膜上可见不同大小的黑色斑，称为虹膜黑痣。虹膜的颜色和种族有关，据推测蓝、黄、棕、黑色虹膜，是由于祖先长期见阳光的多少，演变形成的，如欧美人呈蓝色，亚洲人为棕色等。虹膜前面可分为两部分，近中央部为瞳孔部，近周边部为睫状部，瞳孔部虹膜呈网状结构，有很多小窝，叫做虹膜隐窝，稍向外形成齿轮状环形隆起，即虹膜小环，或叫做虹膜卷缩轮，在小环的外侧周边部，即睫状部。虹膜由前向后分为六层：①内皮细胞层：很薄与角膜内皮细胞层相连续。②前界膜层：内结缔组织构成，无血管但含有大量的色素细胞，虹膜的颜色主要决定于该层内色素细胞的多少和细胞内色素的颜色，该色素的发育因人而异，如果色素缺乏或发育不足，则呈蓝色或灰色，该层较薄，色素细胞少，棕褐色者为色素密集。③间质层：是最厚的一层，由疏松的结缔组织构成，血管比较丰富，还有神经和色素。④肌层：有二个小肌肉，即瞳孔括约肌和瞳孔开大肌。⑤色素上皮层：是一层立方上皮细胞，内含大量黑色素，与睫状体的睫状上皮相连续。⑥内界膜层：是虹膜的最后一层，为纤细和透明的膜样组织，称为虹膜内界膜层，该层早有人描述，近年来使用电子显微镜观察，证实了这层组织的存在。

虹膜内的血管丰富，虹膜动脉主要来自虹膜的动脉大环，其