

全国卫生专业技术资格考试专家委员会 / 编写

2015

全国卫生专业技术资格考试指导

眼科学

[附赠考试大纲]

**权威
畅销书**

适用专业

眼科学（中级）



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

全国卫生专业技术资格考试专家委员会 / 编写

2015

全国卫生专业技术资格考试指导

眼科学

[附赠考试大纲]

适用专业

眼科学（中级）

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

2015 全国卫生专业技术资格考试指导·眼科学/全国卫生专业技术资格考试专家委员会编写. —北京:人民卫生出版社,2014
ISBN 978-7-117-19310-8

I. ①2… II. ①全… III. ①医学-医药卫生人员-资格考试-自学参考资料 ②眼科学-医药卫生人员-资格考试-自学参考资料 IV. ①R-42 ②R77

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 139050 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数据库服务, 医学教育资源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

2015 全国卫生专业技术资格考试指导
眼 科 学

编 写: 全国卫生专业技术资格考试专家委员会
出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)
地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号
邮 编: 100021
E - mail: pmph@pmph.com
购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830
印 刷: 潮河印业有限公司
经 销: 新华书店
开 本: 787×1092 1/16 印张: 25
字 数: 656 千字
版 次: 2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 版第 1 次印刷
标准书号: ISBN 978-7-117-19310-8/R·19311
定 价: 85.00 元
打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com
(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

为贯彻国家人事部、卫生部《关于加强卫生专业技术职务评聘工作的通知》等相关文件的精神,自 2001 年全国卫生专业初、中级技术资格以考代评工作正式实施。通过考试取得的资格代表了相应级别技术职务要求的水平与能力,作为单位聘任相应技术职务的必要依据。

依据《关于 2014 年度卫生专业技术资格考试工作有关问题的通知》(人社厅发[2013]639 号)文件精神,临床医学以及中药学初级(士)、初级(师)、中级、中医护理学初级(师)、中级等 65 个专业“基础知识”、“相关专业知识”、“专业知识”、“专业实践能力”4 个科目的考试均采用人机对话的方式进行。其他 52 个专业的 4 个科目仍采用纸笔作答的方式进行考试。

为加强我国眼科医师的培养与评价,不断改善和提高我国眼科医疗服务质量,逐步与国际接轨,在考核内容中增加了美国眼科医师学会(AAO)眼科临床指南(PPP)的内容。

为了帮助广大考生做好考前复习工作,特组织国内有关专家、教授编写了《2015 全国卫生专业技术资格考试指导》眼科学部分。本书根据最新考试大纲中的具体要求,参考国内外权威著作,将考试大纲中的各知识点与学科的系统性结合起来,以便于考生理解、记忆。全书内容分为三篇,与考试科目的关系如下:

“基础知识”:即考试指导第一篇的内容,包括眼球解剖生理、眼附属器解剖生理、视路和瞳孔反射路、眼胚胎发育、光学与视光学基础、防盲治盲、眼部常见症状和体征。

“相关专业知识”:即考试指导第二篇的内容,包括眼科药理学、眼微生物学、眼病理学基础及肿瘤总论、眼遗传学、眼免疫学、眼生物化学、眼科流行病学与统计学、与眼相关的常见全身病、眼科激光治疗基础、眼科仪器基本原理。

“专业知识”:即考试指导第三篇的内容,包括眼科检查、眼睑病、泪器病、眼表病、结膜病、角膜病、巩膜炎、葡萄膜病、晶状体疾病、青光眼、玻璃体视网膜疾病、视神经与视路病变、视光学疾病及视光学矫治、斜视与弱视、眼眶病及眼眶肿瘤、眼外伤、眼科手术、眼科激光治疗。

“专业实践能力”:考试内容为考试大纲中列出的常见病种。主要考核考生在临床工作中所应该具备的技能、思维方式和对已有知识的综合应用能力。这一部分将采用案例分析题的形式考核,沿时间或空间、病情进展、临床诊疗过程的顺序提问,侧重考查考生对病情的分析、判断及对临床症状的处理能力,还涉及对循证医学的了解情况。考生的答题情况在很大程度上与临床实践中的积累有关。

欢迎广大考生或专业人士来信交流:zgks2009@163.com。

第一篇 基础知识

第一章 眼球的解剖和生理.....	1	第五章 光学与视光学基础	30
第二章 眼附属器的解剖和生理	15	第六章 防盲治盲	37
第三章 视路和瞳孔反射路	23	第七章 眼部常见症状和体征	41
第四章 眼胚胎发育	25		

第二篇 相关专业知识

第一章 眼科药理学	53	第六章 眼生物化学	91
第二章 眼微生物学	60	第七章 眼科流行病学与统计学	95
第三章 眼病理学基础及肿瘤总论	66	第八章 与眼相关的常见全身病.....	103
第四章 眼遗传学	73	第九章 眼科激光治疗基础.....	120
第五章 眼免疫学	82	第十章 眼科仪器基本原理.....	123

第三篇 专业知识和专业实践能力

第一章 眼睑病.....	135	第十一章 视神经与视路病变.....	242
第二章 泪器病.....	144	第十二章 视光学疾病.....	256
第三章 眼表病.....	148	第十三章 斜视与弱视.....	260
第四章 结膜病.....	153	第十四章 眼眶病及眼眶肿瘤.....	265
第五章 角膜病.....	166	第十五章 眼外伤.....	271
第六章 巩膜炎.....	187	第十六章 眼科检查法.....	284
第七章 葡萄膜病.....	188	第十七章 眼科手术.....	311
第八章 晶状体疾病.....	194	第十八章 视光学矫治.....	344
第九章 青光眼.....	199	第十九章 眼科激光治疗.....	351
第十章 玻璃体视网膜疾病.....	218		

眼科学考试大纲.....	356
--------------	-----

第一章 眼球的解剖和生理

眼是视觉器官,包括眼球、视路和眼附属器三部分。

眼球主要由屈光成像系统和感光传导系统组成。角膜、房水、晶状体和玻璃体组成眼的屈光系统。视网膜完成感光作用,通过视神经和视路将信号传导到视中枢,进行加工整合产生视觉。

正常眼球前后径平均为 24mm。眼球向正前方注视时突出于外侧眶缘 12~14mm。

眼球壁从外到内分为纤维膜、葡萄膜和视网膜三层组织。

一、眼球纤维膜

眼球外层由坚韧的纤维膜所组成,构成眼球完整封闭的外壁,起到保护眼内组织、维持眼球形状的作用。眼球纤维膜分为角膜和巩膜两部分,两者移行处为角巩膜缘。

(一) 角膜

1. **解剖** 角膜横径约 11~12mm,横径 > 13mm 为大角膜, < 10mm 为小角膜;角膜厚度:周边为 1mm,中央为 0.50~0.57mm。

2. **组织学** 角膜由外向内分为 5 层:

(1) 上皮细胞层:与球结膜上皮相连,为 5~6 层复层扁平上皮,无角化,在角膜缘部上皮基底层含有角膜缘干细胞。再生能力强,修复后不留瘢痕。

(2) 前弹力层(Bowman 膜):由胶原和基质构成,受损后不能再生。

(3) 基质层:占角膜厚度的 90% 和重量的 71%,由许多平行排列极有规则的 I、Ⅲ、V 型胶原纤维束薄板构成。损伤后由瘢痕组织替代。

(4) 后弹力层(Descemet 膜):透明,坚韧,有弹性,损伤后可再生。

(5) 内皮细胞层:单层柱状细胞,具有 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶的“泵”功能,起角膜-房水屏障作用,正常时房水不能渗入角膜。内皮细胞数量随年龄增长而减少。角膜内皮细胞数量过少、功能不良,导致角膜水肿和大泡性角膜病变时,称为角膜内皮功能失代偿。

3. **营养** 来自角膜缘血管网、泪膜和房水。角膜代谢所需氧的 80% 来自空气,15% 来自角膜缘血管网,5% 来自于房水。

4. **角膜的神经** 来自三叉神经眼支。角膜上皮层神经末梢丰富,感觉十分敏锐。

5. **生理** 维持角膜的透明性是通过组织内无血管、实质层纤维排列规则、含水量和光屈折率恒定、上皮和内皮细胞结构完整实现的。角膜对化学物质的渗透具有双相性,只有同时具备水溶性及脂溶性的物质才能通过全角膜。

6. **角膜疾病临床症状的特点** 由于角膜有丰富的三叉神经末梢分布,角膜受损后疼痛明显。由于角膜自身无血管,使得修复时间延长,易恶化穿孔。角膜病变多导致患眼视力下降。

(二) 巩膜

1. **位置** 前接角膜,后部与视神经相连。

2. **厚度** 眼外肌附着处最薄,为0.3mm。筛板呈网眼状,易受眼压影响。

3. **代谢** 巩膜代谢缓慢,炎症易迁延。

(三) 角膜缘

1. **位置** 宽约1.5~2.5mm,前界位于连接角膜前弹力层止端与后弹力层止端的平面,后界经过房角内的巩膜突或虹膜根部并垂直于眼表的平面。它是角膜和巩膜的结合部,外伤时易发生破裂。后界后0.75mm的深部为前房角的小梁网和Schlemm管。

2. **小梁网** 小梁网位于前房角的角巩缘区,从切面看呈三角形,基底位于巩膜嵴和睫状体之间,顶点在Schwalbe线。小梁网由很多薄层结缔组织重叠排列而成,顶部约3~5层,底部多达15~20层,每个薄层都有小孔,重叠后小孔可互相贯通。小梁柱的细胞外间质,由胶原I和Ⅲ组成核心,外被胶原Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ和硫酸肝素蛋白多糖、纤维连接蛋白、层粘连蛋白等。每个小梁柱被覆单层内皮细胞,即小梁细胞,细胞间靠较多的缝隙连接紧密联系。小梁网可分成三个特征性区域,即葡萄膜小梁、角巩膜小梁和邻管区。小梁网是房水外流的通道,也是产生房水流出阻力的部位,阻力与小梁网孔的直径有关。从葡萄膜小梁到邻管区,小梁网孔逐渐变小,因此,邻管区是正常人房水流出阻力最大的区域。

二、葡萄膜

葡萄膜由前向后分别由虹膜、睫状体和脉络膜组成。

(一) 虹膜 位于葡萄膜最前部,中央的圆孔称为瞳孔。

1. **组织学** 由前向后分5层:内皮细胞层、前界膜、基质层、色素上皮层和内界膜。虹膜基质内的瞳孔括约肌受副交感神经支配,司缩瞳。色素上皮前层内的瞳孔开大肌受交感神经支配,司散瞳。一般情况下副交感神经占优势。

2. **神经** 虹膜感觉来源于三叉神经的眼支,炎症时可导致眼痛。

3. **生理** 瞳孔调节进入眼内的光线量,像照相机的“快门”,外界光强时瞳孔缩小,外界光弱时瞳孔开大。

(二) 睫状体 位于虹膜根部和脉络膜之间。

1. **解剖** 睫状冠宽约2mm,位于睫状体前1/3。睫状环宽约4mm,位于睫状体后2/3。晶状体悬韧带连接睫状体和晶状体赤道部。睫状肌由纵行、放射状和环形肌纤维组成。副交感神经纤维与调节有关。三叉神经末梢司感觉。睫状突无色素上皮细胞产生房水。有副交感神经纤维至睫状肌。睫状肌为平滑肌,与调节作用有关。

2. **虹膜和睫状体的血液循环** 睫状后长动脉分为两支,单独从眼动脉发生,在视神经鼻侧和颞侧径直肌稍远处斜穿巩膜进入脉络膜上腔,前行达睫状体后部,开始发出分支,少数分支返回脉络膜前部;大多数分支到睫状体前部、虹膜根部后面,与睫状前动脉的穿通支交通,组成虹膜大环;虹膜大环再发出一些小支向前,在近瞳孔缘处形成虹膜小环。一些小支向内至睫状肌和睫状突,构成睫状体的血管网。

(三) 脉络膜 前起锯齿缘,后止于视盘。

1. **组织学分为五层** 脉络膜上组织、大血管层、中血管层、毛细血管层和玻璃膜。

2. **脉络膜血液供应** 血液供应丰富,流量大。血中病原体易经脉络膜扩散。血管主要来自睫状后短动脉,在上下直肌旁有涡状静脉穿出巩膜。

脉络膜血管营养视网膜外层。

脉络膜含有丰富的色素,对眼球起遮光和形成暗房的作用。

三、视网膜

视网膜前起锯齿缘,后接视盘,外邻脉络膜,内侧为玻璃体。

视网膜分 10 层。

1. **视盘** 直径约为 1.5mm,中央有生理凹陷。视盘上无视细胞,在视野中形成生理盲点。

2. **黄斑** 位于视网膜正对视轴部,为视力最敏锐处。中心凹部最薄,只有视锥细胞,其他层次缺如。在这里光感受器与神经节细胞为 1:1 连接。

3. **视网膜血液供应** 视网膜中央动脉营养视网膜内 5 层,而脉络膜血管营养视网膜外 5 层。

4. **视网膜屏障** 视网膜血管内皮细胞间的连接复合体形成血-视网膜内屏障,血-视网膜外屏障位于色素上皮外。视网膜屏障能阻挡视网膜血管内和脉络膜血管内的血液成分和大分子物质进入视网膜。

5. **视网膜生理** 感光传导冲动。视锥细胞司中心视觉、昼视觉、精细视觉和色视觉,视杆细胞司周围视觉和暗视觉。通常下方视野反映上方视网膜的信息,鼻侧视野反映颞侧视网膜的信息。来自视网膜鼻侧的周边纤维呈直线进入视乳头,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。

(1) 视网膜色素上皮生理学特性:视网膜色素上皮(retina pigment epithelium, RPE)不仅含有同大多数细胞一样的细胞器(如细胞核、高尔基体、滑面内质网和粗面内质网、线粒体),而且还有代表其两个重要功能的黑色素颗粒和吞噬体。RPE 虽然是单层结构,却具有多种复杂的生化功能,如维生素 A 的转运和代谢、药物解毒、合成黑色素和细胞外基质等、在视网膜外层与脉络膜之间选择性转送营养和代谢物质、对光感受器外节脱落的膜盘进行吞噬消化,并起到光感受器活动的色素屏障等环境维持作用。色素上皮细胞间的紧密连接可阻止脉络膜血管正常漏出液中大分子物质进入视网膜,即血-视网膜外屏障(与脉络膜的 Bruch 膜共同组成视网膜-脉络膜屏障)作用。生化学上 RPE 是一种动态的复杂细胞,必须满足其自身活跃的代谢、特殊的吞噬功能以及作为视网膜神经感觉层生物滤过角色的需要。这些过程对 RPE 提出了非常高的能量要求,因而 RPE 细胞含有三个主要生化途径的酶:糖酵解、三羧酸循环和戊糖磷酸循环。

此外, RPE 亦促进了视网膜与脉络膜的解剖黏着。视网膜中的胶质细胞、Müller 细胞贯穿神经感觉层,其纤维从外界膜纵向伸展到内界膜,对视网膜起到结构支持和代谢营养等作用。

(2) 视网膜光-电转换:视色素吸收光子是视功能活动的起点。视色素分子位于视杆细胞和视锥细胞外段的膜盘上。虽然视杆细胞和视锥细胞所含有的视色素各不相同,但在化学结构上只是略有差异,都是由一个生色团——维生素 A 的醛类(视黄醛)与视色素蛋白(视蛋白)构成。其中视紫红质是视杆细胞外节膜盘中存在的一种重要视色素,其具有 7 个跨膜成分,并组成 3 个膜盘内环。视紫红质吸收光子后在 20 皮秒(picoseconds)内发生异构,其生色基团 11-顺式视黄醛转化为全反式视黄醛,视紫红质即被活化。活化后的视紫红质能够在脂质双分子层内自由移动,并激活相当数量的信号传导分子,启动多种细胞内信号通路,从而启动对光信号的视觉编码活动。被入射光所“漂白”了的视色素分子再通过复杂的化学变化迅速恢复到初始状态,保证感受器内的视色素不会被光照所耗竭。在视色素再生的生化反应过程中,色素上皮细胞起着重要作用。当视网膜神经层和色素上皮层分离后,视色素通常不能再生,或只有很少能再生。

视色素分子在化学结构上的差异使每一种色素具有不同的光谱吸收特性。视杆细胞视色素的光谱吸收曲线的峰值波长为 500nm;三种视锥细胞色素的光谱吸收峰值分别在 430nm、530nm 和 560nm,分别对蓝、绿、红三种颜色相对最敏感。

(3) 视网膜神经元突触联系与信号传导: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。

1) 水平细胞(horizontal cell):没有轴突,其树突兼有突触前和突触后的作用。光感受器与水平细胞之间的信息传递是通过兴奋性突触。每一个光感受器都同时既与双极细胞也与水平细胞建立联系。水平细胞通过其树突的分支在水平方向上与邻近的多个感受器联系,而且邻近的水平细胞之间存在着相互联系,最后向双极细胞传递的是总合的信号。水平细胞的感受野是一种均匀的结构,光刺激任何位置都可以产生均一的超极化反应。刺激光点的面积越大,引起的超极化反应也越强。水平细胞感受野的大小与其相关的感受器占据的视网膜面积相当,也与双极细胞和神经节细胞的感受野外周区大小相当。

2) 双极细胞(bipolar cell):是联系光感受器与神经节细胞的中间神经元。其输入信号既直接从光感受器接受,又间接从水平细胞接受。同水平细胞一样,不产生传导的动作电位,没有长的轴突,只能短距离传导电活动,表现为慢的膜电位变化,是持续性的电反应。从双极细胞开始,已经具备了初步的同心圆式感受野结构,在感受野中心区,双极细胞与光感受器直接联系,在外周区,水平细胞与光感受器存在间接联系。光刺激感受野的方式决定其电反应的极性:①超极化型(或 OFF 中心型):当用小光点照射其感受野的中心部位时,呈现超极化,撤去光照时呈现去极化。若用光环照射其感受野的周边部分时,则呈现相反的反应,给光时去极化,撤光时超极化。②去极化型(或 ON 中心型):其反应形式与超极化型完全相反,即中心照明时,给光引起去极化,撤光引起超极化。周边照明时,给光时超极化,撤光时去极化。

3) 无长突细胞(amacrine cell):在水平方向上通过树突分支与附近的神经节细胞以及无长突细胞之间相互联系。无长突细胞产生的动作电位潜伏期较长,也不能进行远距离传导,是具有瞬时性质的持续性反应,给光和撤光都产生瞬时的去极化,并有峰电位。无长突细胞空间总合的范围比水平细胞要大得多,使用的神经递质种类也十分复杂。无长突细胞能鉴别光强度的时间变化,还具有一定的空间信号处理功能。

4) 神经节细胞(ganglion cell):其反应为神经冲动,使信息远距离传向中枢。双极细胞和无长突细胞数目不到光感受器的 1%,因此,一个神经节细胞接受、综合了许多光感受器的信息输入,它传出的神经冲动反映了信号通过视网膜各层时所经历的转换与整合。神经节细胞感受野有 ON 反应、OFF 反应和 ON-OFF 反应三种型式:①ON 中心型细胞,当光点位于感受野中心部位时产生兴奋;光点位于感受野周边部位时,细胞活动抑制,而撤光时出现撤光反应;②OFF 中心型细胞,感受野的中心部位产生撤光反应,周边部位产生给光反应。③ON-OFF 反应型细胞,光刺激感受野的任何部位都可以出现给光反应和撤光反应。在视网膜中心凹处的神经节细胞主要接受视锥细胞的信息,感受野小,专门用于分辨精细的物体;而视网膜周边部分的神经节细胞主要接受视杆细胞的信息,感受野较大,可能是为了接受在弱光或暗处的光刺激。

(4) 视网膜向视皮层的拓扑投射:视信息在视网膜内形成视觉神经冲动,以三级神经元传递,即光感受器—双极细胞—神经节细胞。神经节细胞轴突即神经纤维沿视路将视信息传递

到外侧膝状体(第四级神经元),换元后再传向视中枢形成视觉。人类的初级视皮层大约2mm厚,位于自大脑半球内壁后极延伸的枕叶内,和其他的大脑皮质一样,初级视皮层主要有6层结构。为方便起见,用V1区指代初级视皮层。V1区视野投射的方式都是一致的,黄斑部位位于枕极,周围视网膜位于距状回前区,上下视野分别投射到下沿(舌回)和上沿(颞回)。在外侧膝状体,视野在皮层的投射是扭曲的,中心视觉比周边视觉占有更多的皮层组织。一般认为黄斑区节细胞在V1区所占面积比周边视网膜节细胞多3~6倍。实际上黄斑区中心凹的相对组织量在皮层区相对于视网膜是被放大的。V1区损伤后将在半侧视野中出现黑洞或盲点。在所有的哺乳类可以通过对侧的视野拓扑投射推测V1区损伤的可能部位。在人类,V1区视网膜拓扑组构不仅与临床损伤的评估有关,而且与一些视觉假体的进一步研究有关。

四、眼球内容

(一) 眼内腔

1. 前房 前界为角膜的后面,后界为虹膜和瞳孔区晶状体的前面。中央深约2.5~3.0mm,容积约0.2ml。

2. 后房 为虹膜后面、睫状体前端、晶状体悬韧带和晶状体前面的环形间隙。后房容积约为0.06ml。

(二) 眼内容物

1. 房水 房水充满后房与前房,全量为0.15~0.30ml。其主要成分为水,尚有少量的氯化物、蛋白质、维生素C、谷胱甘肽、尿素和碳酸氢盐(后房水中较前房水中多)。

(1)房水生成和引流途径:房水主要通过小梁网途径排出眼球外,其次是葡萄膜巩膜途径外流(约占10%~20%)和虹膜表面的吸收(约占5%),还有少量经玻璃体和视网膜排出。房水由睫状突无色素上皮细胞产生,共有4种机制参与这一过程:扩散、分泌、超滤过和碳酸酐酶活性。房水从后房经瞳孔流入前房,大多数经前房角的小梁网进入Schlemm管,再通过巩膜内的集合管和房水静脉,汇入巩膜表面的睫状前静脉,回流到体循环。这一路径的房水外流是压力依赖性的,随着眼压的升高,流出量增大。葡萄膜巩膜途径是非压力依赖性的,房水经葡萄膜小梁、睫状肌间隙流入睫状体和脉络膜上腔,经巩膜、涡静脉旁间隙流出,不需消耗能量。

(2)房水功能:营养角膜、晶状体和玻璃体,维持一定的眼压。

2. 晶状体

(1)形态:形如双凸透镜,屈光力强,直径9~10mm,厚约4~6mm,无血管,屈光力约20D。

晶状体前囊下有一层立方上皮细胞,近赤道部变为柱形,移向赤道并延长为晶状体纤维,不断增生,将旧纤维挤向中心,逐渐硬化成晶状体核。晶状体上皮细胞生发区位于赤道部和中央部与赤道部之间的中间部前囊下。

(2)年龄性改变:随年龄增长,晶状体颜色逐渐变黄,降低了蓝色光和紫色光到达视网膜的量,囊膜弹性下降,是导致老视的原因之一。

(3)代谢:营养来自房水、玻璃体。主要通过糖酵解提供能量,因而必须有恒定的葡萄糖供应。

(4)生理:晶状体具有屈光成像功能。眼的调节功能也主要靠晶状体完成。晶状体的屈光指数为1.44。

3. 玻璃体

(1)解剖:包括玻璃体皮质、中央玻璃体和Cloquet管。视神经周围和玻璃体基底部(锯齿

缘前2mm、后4mm)与视网膜结合紧密。

(2)成分:大分子物质有胶原、透明质酸和可溶性蛋白;小分子物质有水、葡萄糖和氨基酸等。玻璃体为透明胶质体,正常时成凝胶状。病变时为溶胶状,临床称“液化”。

(3)容积:约4.5ml。

(4)代谢:无血管,无神经,无再生能力,新陈代谢慢。

(5)功能:屈光间质和支撑视网膜,构成血-玻璃体屏障(或“视网膜-玻璃体屏障”)。

五、眼球的血液循环

(一) 动脉系统 动脉系统来自眼动脉分出的视网膜中央血管系统和睫状血管系统。

1. 视网膜中央动脉 是供应视网膜内层的唯一血管,属终末动脉。在眶内从眼动脉发出,于眼球后约9~11mm处穿入视神经中央,从视盘穿出,再分为鼻上、鼻下、颞上和颞下四支,分布于视网膜内。较粗大的血管位于内界膜下,神经纤维层内。毛细血管网分为浅(内)深(外)两层。浅层稍粗而较稀,分布于神经纤维层内。深层较细而致密,位于内颗粒层。黄斑区中央为一无毛细血管区。

2. 睫状动脉

(1)睫状后短动脉:以鼻侧及颞侧两个主干,再各分为2~5小支,在视神经周围穿过巩膜,在脉络膜内逐级分支,至毛细血管小叶,呈划区供应状态。睫状后短动脉主要供应视网膜外层(外五层)。

(2)睫状后长动脉:眼动脉分出两支,在距视神经内外侧稍远处斜穿巩膜,经脉络膜上直达睫状体后部,大多数分支前行到睫状体前部,虹膜根部的后面,与睫状前动脉共同组成虹膜大环,由此发出分支至睫状肌、睫状突和虹膜。

(3)睫状前动脉:是由四条直肌的肌支(肌动脉)而来。在肌腱止处又有以下分支:①较小巩膜上支,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;②小的巩膜内支,穿过巩膜,终止于Schlemm管周围;③大的穿通支,距角膜缘3~5mm,垂直穿过巩膜和脉络膜上腔,达睫状体,参与虹膜大环的组成。

(二) 静脉系统

1. 视网膜中央静脉 与同名动脉伴行,经眼上静脉或直接回流到海绵窦。

2. 涡静脉 收集脉络膜及部分虹膜睫状体的血液。每眼有4~7(或更多)条涡静脉,每条静脉一般位于眼球赤道部,在两条直肌之间距离角膜缘14~25mm斜穿出巩膜,经眼上、下静脉回流到海绵窦。涡静脉壶腹距锯齿缘8~9mm,用间接检眼镜可见到,这些涡静脉壶腹连接起来大致呈一环状,相当于赤道部,可作为前、后部眼底的分界线。

3. 睫状前静脉 收集虹膜、睫状体的血液。上半部静脉血汇入眼上静脉,下半部血汇入眼下静脉,这些静脉无瓣膜,大部分经眶上裂注入海绵窦,一部分经眶下裂注入面静脉及翼腭静脉从而流至颈外静脉。

眼部血液供应见图1-1-1。

六、视觉生理及其形成机制

视觉是通过接收周围环境中事物所发出或反射出的光的信息,经过知觉和认识而获得知识的过程。

(一) 光觉 光觉是视觉中最基本的功能。当光投射到眼上,先经过屈光间质,到达视网膜,激发了光感受器,经光电转换过程,信息经神经元细胞和视神经通路传递,最后投射在大

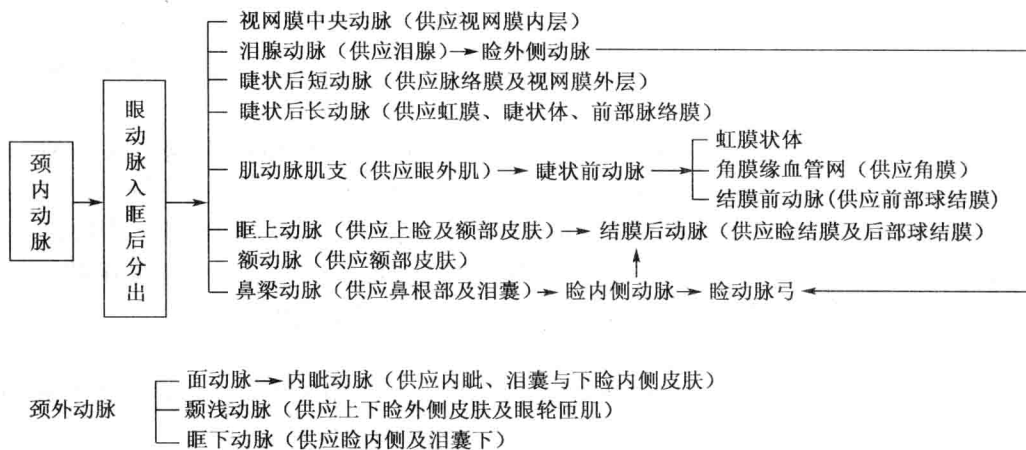


图 1-1-1 眼部血液供应

脑视皮质上(见视网膜生理学)。

1. 暗适应 当人从亮处突然进入暗处时,视系统的敏感度并非骤然变化,而是随时间逐渐升高,这个过程称为暗适应。测量暗适应能力是一种对光觉能力测定的基本方法。

最小量光线,引起光感觉的阈值称为光刺激阈。通过对暗适应过程中光刺激阈变化测定,可以得到暗适应曲线。暗适应不是一条光滑的曲线,在曲线中间出现一个转折(所谓 Kohlrausch kink),把整个曲线分成两部分,即视锥细胞敏感度部分(快相在 5~10 分钟)和视杆细胞敏感度部分(随后的慢相)。在暗中最初的几分钟阈值是由视锥细胞决定的,那时视杆细胞的阈值仍比视锥细胞高,因此最初的快相表示了视锥细胞在暗中敏感度的增加。曲线的慢相表示视杆细胞的敏感度的复原。

2. 明适应 与暗适相反的过程谓之明适应。当从暗处走向明处时,明适应的进程要快得多,通常在几秒内敏感度就逐渐恒定,但当亮度差别很大时,最初几秒内敏感度骤然降低,暂时变盲,然后敏感度逐渐恢复到与该环境相应的水平。

(二) 形觉 形觉是视觉系统重要的感觉功能之一,它反映视觉系统对外界物体的空间分辨力。形觉的产生,首先源于视网膜对光的感受,其次是视网膜对各刺激点的分辨力,最后通过视中枢的整合与分析形成完整的形觉。

1. 视力 视力通常定义为一定条件下能够分辨的最小视角的倒数。

(1) 视力的物理基础:视力的物理基础指物体和视网膜之间的关系,包括相关物体各点物像的相对空间位置和光在物像中每一点的传播。影响视力的物理因素有:测试的距离、亮度、呈现时间、目标和眼睛的运动等。

(2) 视力的生理基础:视力的生理基础指视锥细胞在视网膜上镶嵌排列的精细程度。正常人最佳聚焦的分辨能力的限度在 30 弧秒和 1 弧分之间。影响视力的生理因素有:①屈光不正,光线不能聚焦在视网膜上;②视网膜偏心度:只有在中心凹处才有最大的视觉灵敏度,即使偏离 1°,视觉敏感度都要下降 60%;③瞳孔大小;④年龄:以 1 分视角为正常标准视力,则视力在年龄上有差异。通常生后 1 个月有追光动作或能看到眼前手动,2~3 个月视力约 0.01~0.02;4~5 个月约 0.02~0.05;6~8 个月约 0.06~0.1;9~12 个月约 0.1~0.15;1 岁时约 0.2~0.25;2 岁约 0.5~;3 岁约 0.7~;4 岁约 0.8~;≥5 岁时视力达 1.0。

2. 对比敏感度 对比敏感度(contrast sensitivity, CS)是形觉功能的重要指标之一。人眼辨别物体形状的能力还表现为对各种点线和空白间明暗程度差别(即对比度)的分辨能力。

因而,为了更全面地评价形觉功能,有必要让受试者既要辨认大小不同,又要辨认对比度不同的刺激图形。对比度定义为: $(L_{\max} - L_{\min}) / (L_{\max} + L_{\min})$ 。 $L_{\max}$ 与 $L_{\min}$ 分别表示强度的极大值和极小值。

从20世纪60年代起,空间分辨力的研究中引入了光学领域中调制传递函数(MTF)的概念,调制传递函数反映光学系统对不同空间频率对比的复现程度。测定视系统MTF的方法,最常用是呈现不同空间频率的各种亮度呈正弦变化的光栅,改变其对比度,用心理物理方法确定光栅刚可辨认的阈值,以其倒数定义为对比敏感度。因此,人眼对比敏感度函数(contrast sensitivity function, CSF)是代表不同空间频率人眼感觉的阈值对比度的倒数。

影响正常人眼对比敏感度函数的因素有:

(1)视标的平均亮度:当增加视标的平均亮度,则各空间频率的对比敏感度均上升,上升较明显的部位是在高空间频率区,CSF的峰值区向高空间频率区移动。

(2)视角:视角增宽,低空间频率区的对比敏感度上升。

(3)光栅条纹方向:在高空间频率区,于垂直和水平方向的对比敏感度最高,斜向最低。

(4)闪烁刺激:高闪烁频率的光栅引出的中频和高频区的对比敏感度较低闪烁频率的要低,而低频区则相反。

(5)视标显示时间:显示时间缩短,全频率区的对比敏感度均下降,而且在高空间频率区的对比敏感度下降更明显。

(6)视标的移动:视标较快的移动使高空间频率区的对比敏感度降低。

(7)双眼或单眼:双眼视状态下测得的CSF比单眼的要上升了万倍。

(8)瞳孔:瞳孔扩大,使高空间频率区的对比敏感度下降。

(9)视网膜受刺激部位:在视网膜中心凹区,CSF的高频响应最好,而在视网膜的周边部,则低频响应较好。

(10)年龄:儿童的CSF值比成人低,青年人的CSF值较高,40岁以后随年龄增加高频区的对比敏感度明显下降,但低频区的改变不明显。

(三)色觉与色觉异常

1. 视觉与色觉 颜色是不同波长或光谱组成的光引起的一种主观感觉。波长为380~760nm的光可使视网膜发生光电反应,并产生色觉。色觉不仅大大丰富了我们的视觉经验,而且对于检测图像和物体也有着巨大的实际意义。虽然颜色取决于光的物理参数,但它的感知却是大脑神经元对这些物理参数的一种复杂的抽象。

(1)三原色:将蓝光(435nm)、绿光(545nm)、红光(700nm)混合后可产生白光。同时,调整这三种单色光的混合比例可产生其他各种颜色的光。因此,红、绿、蓝被称为三原色。

(2)三类感光细胞:生物感受系统由含有不同感光色素的三类感光细胞组成,分别是蓝(短)敏视锥细胞、绿(中)敏视锥细胞、红(长)敏视锥细胞,代表蓝、绿、红三原色。三原色是由于三类视锥细胞对光子的吸收速率不同所产生的。每种视色素能够吸收特定波长的光谱,吸收作用由入射光的波长决定。

2. 色觉异常 色觉异常可分为先天性和后天性。先天性色觉异常是一种性连锁隐性遗传病。患者出生时已有,并向后代遗传。后天性色觉异常又称获得性色觉异常,为某些眼病、颅脑病变、全身疾病及中毒所致,一般不遗传。色觉障碍包括色盲和色弱两大类,色盲是指辨色能力消失,最常见为红绿色盲,色弱是指对颜色辨认能力降低。色觉异常者在择业方面受到一定限制,如从事交通运输、冶炼、美术、化工、织染、医学等都必须有正常色觉,因此色觉检查已作为体格检查的常规项目。

(四) 双眼和立体视觉

1. 双眼视

(1) 视界圆:我们不仅能感知物体的颜色、亮度和大小,而且还能感知它的三维特性,即具有良好的深度知觉或立体视觉。这是因为人体具有对称的双眼。外界物体在左、右眼分别成像,但我们通常并不感觉到双像的存在,两单眼像的这种合二为一称为双眼单视。这种双眼单视只有当所注视的物体的像落在两眼很特殊的区域即相应点上时才发生。如果用双眼注视某一点,我们可以找到物体成单视时空中的位置,按照这些位置就能确定网膜的相应点,而与此相应的空间中点的集合(是一个三维的曲面)谓之视界圆(horopter)。

(2) Panum 区:如果注视点离开观察者更远或更近时,只是使圆周的大小发生变化,而任何在相应点上成像的对象则仍处在同一圆周上。当注视一个外界对象时,另一略远或略近于双眼视界圆的物体,虽然没有刺激到两个视网膜的相应点上,但只要刺激到两个视网膜相应点附近的一定范围内,仍可以产生单一的视觉,即两个视网膜上的像仍落在双眼单视的范围。视网膜相应点附近的这个很小的范围叫做 Panum 范围或 Panum 区。此区在正前方很小,越往周边部则越宽,中心凹的 Panum 区小于 5' 视角,在离中心凹水平方向 10° 时, Panum 区可达到 10' 视角,超过此空间将感觉为复视。

(3) 融合:双眼能将部分相同、部分不相同的图像看成为一个图像,称为融合功能。

2. 立体视

(1) 视差:双眼视觉是立体视觉的基础。当用双眼观察时,因为两眼所处的位置不同,物体在两侧网膜上的像略有差异,称为视差(disparity)。它对于立体视觉有着重要的意义,在一定范围内主观的深度感觉随视差量的增大而增强。视差的特性:①双眼视差根据分离物体和单视界之间的关系分为交叉和非交叉差异。②双眼视差分为相对性和绝对性。立体视深度是由于分辨相对差异引起,判断建立在一个物体相对于其他物体的深度感知,绝对视差是运动融合的最佳刺激。③对于正常双眼视觉的个体,有限的双眼视差提供了正常融合的相对深度感知觉,而大的视差则产生复视。

(2) 双眼不等像:正常人眼双眼不等像差范围是 0%~3%。双眼物像差在 4% 以上有临床意义,常由屈光不正引起,但不少患者在物像差小于 2% 时也有眼部不适。双眼视网膜物像不等带来立体视和眼球共轭运动问题,可诱发双眼间的抑制,是屈光参差性弱视形成的基础之一。

(五) 视觉的视网膜机制

1. 视网膜的感受器电位 视色素的视蛋白在暗中は镶嵌成一体的,当光照后,视黄醛分子的空间构型发生变化,逐渐与视蛋白分离,在细胞内触发一系列的化学变化,同时释放出能量,导致电信号的产生和突触化学递质的分泌。光感受器在这一过程中产生感受器电位。

光感受器在兴奋时产生超极化反应,其振幅随着光强度的增强而增大,膜电阻不是降低而是增加。这种特殊的感受器电位的产生是因为,在暗中光感受器膜的某些部分对钠(Na^+)离子有较高的通透性,钠离子可由此不断地流入细胞,而钾离子则从膜的其他部分流出细胞。这种持续的“暗电流”使感受器膜在静止时处于去极化状态。当视色素被光漂白时,钠通道关闭,暗电流减小,膜去极化的水平降低,导致了超极化。

感受器电位的大小不仅和光强度有关,还与光的波长有关。视杆细胞感受器电位反应的最大值为 500nm,与视紫红质的吸收峰相一致。视锥细胞有三种不同的光谱敏感曲线,分别与红、绿和蓝三种视锥色素的光谱吸收曲线相对应。感光细胞是不产生“全或无”动作电位的神经元,在光引起的级联反应中,仅在神经节细胞中能检测到膜电位超极化,并产生动作电位。

最简化的视网膜内信号传递线性轴为感光细胞—双极细胞—神经节细胞。

2. 视网膜各类神经元在视觉信息处理中的作用 视网膜信息处理是由感受器到神经节细胞通过一系列复杂过程实现的,视网膜水平细胞和双极细胞的突起都比较短,以缓慢的电变化对光照作出反应,这些神经元慢电位的紧张性扩布使信息到达这些细胞的最远端;无长突细胞呈瞬时性反应和脉冲式活动;神经节细胞的反应为神经冲动,使信息远距离传向中枢。双极细胞和无长突细胞数目不到光感受器的1%,因此,一个神经节细胞接受、综合了许多光感受器的信息输入,它传出的神经冲动反映了信号通过视网膜各层时所经历的转换与整合(图1-1-2)。

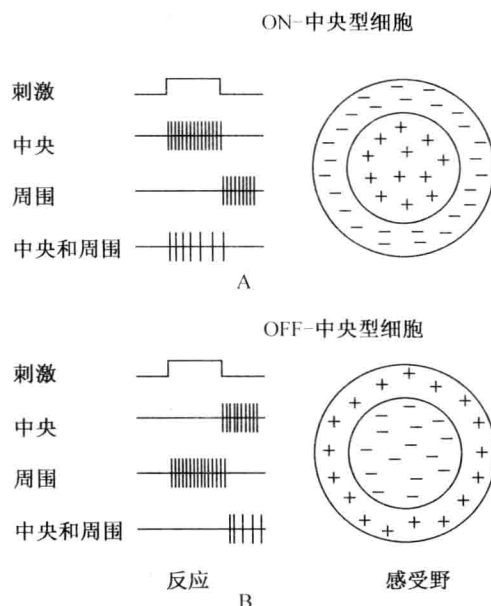


图1-1-2 视网膜神经节细胞的 ON-中央型(A)
和 OFF-中央型的反应比较和感受野想象图(B)

(选自 The retina; an approachable part of the brain, cambridge, 1987)

3. 视网膜内的信息传递路径和神经递质 在眼部,光感受器细胞捕捉外界信号(光子),将其转变为细胞之间的活动(膜阻抗的改变),并将信号通过一系列神经元传递到脑部。在这条信号链中,信号在每一个突触水平被调整。信号链始于双极细胞,传向神经节细胞,神经节细胞传到脑部的外侧膝状体,最后视束将感觉冲动传导到视皮层。

(1)信息传递路径:视觉信号在视网膜内的传递可能经由两条路径:一条是纵向的直接通路:光感受器→双极细胞→神经节细胞;另一条是横向的,即由水平细胞和无长突细胞完成的传递,其在外、内丛状层对视觉信号进行侧向调节。两条传递路径并不是孤立的。综合既往的研究,视网膜中视觉信息的传递主要可以分为视杆信号通路和视锥信号通路。

1)视杆信号通路:视网膜中的视杆光感受器细胞信号通路主要针对视觉中的弱光线刺激,即暗视觉(scotopic vision)。视杆通路的神经元除了在中心凹以外,数量都超过视锥信号通路。估计大约有75000个视杆细胞驱动5000个视杆双极细胞,250个无长突细胞,最后会聚到一个神经节细胞。这种会聚是为了提高感受的灵敏度。

形态学上分析,只有一种双极细胞和视杆细胞连接。它们的反应通常都是 ON-中心去极化类型,并主要被代谢性谷氨酸受体——mGluR6 所调控。

2) 视锥信号通路:在组成结构上,视锥信号通路相较于视杆信号通路简单,光感受细胞连接双极细胞,后者连接神经节细胞,构成一个纵向神经链。但是因为存在三种视锥细胞,分别为蓝色敏感型、绿色敏感型和红色敏感型,并且视锥细胞连接超极化和去极化两种类型的双极细胞。因此在这一层面上来说,其复杂程度远超过视杆信号通路。其中蓝色敏感型的视锥通路又和绿色、红色敏感型的视锥通路不一样。中心凹的视锥细胞同小体积的双极细胞和神经节细胞相连,构成了一种“侏儒”(midget)系统,侏儒通路(midget pathways)在视觉高分辨能力和色觉处理方面非常重要。

(2) 神经递质:近年来,视网膜神经递质和受体的研究已成为视觉研究的前沿。视网膜神经递质及其生理特性的研究有助于阐明视网膜信息传递机制,目前已经发现的神经递质有 20 余种,如谷氨酸、甘氨酸、 γ -氨基丁酸、乙酰胆碱、5-羟色胺、多巴胺、脑啡肽、P 物质等。神经递质多样化的生理意义尚待进一步研究,不同的神经递质可能传递不同的视觉信息,例如亮度信息、颜色信息、图像信息等。视网膜主要的神经递质及其受体是以谷氨酸为代表的兴奋性和以 γ -氨基丁酸为代表的抑制性神经递质及其受体(图 1-1-3)。

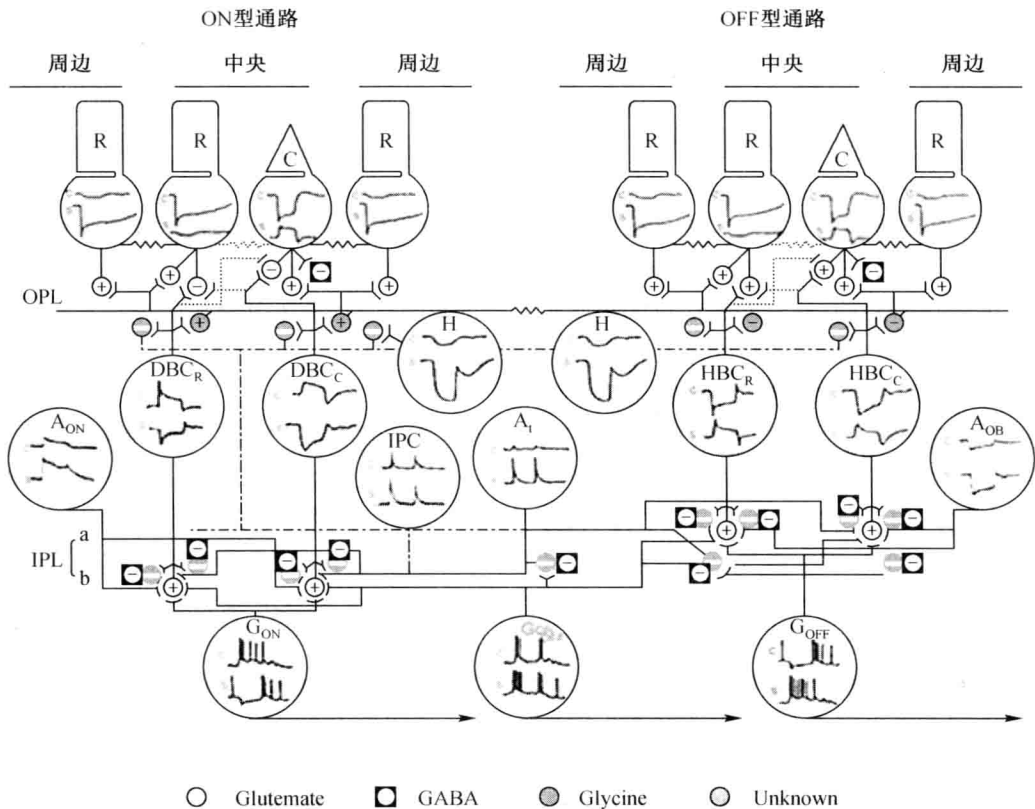


图 1-1-3 视网膜神经节细胞和双极细胞突触的简要示意图

图的左边部分显示 ON 型双极细胞——去极化双极细胞(DBC)通路。右边部分显示 OFF 型双极细胞——超极化型双极细胞(HBC)通路。每个细胞上都显示两条迹线,上面一条迹线表示细胞对中央光照(C)的电位差反应,下面一条迹线显示对周围光照的反应(S)。+,表示信号保留化学性突触,-,表示信号反转化学性突触。(选自 Adler's physiology of the eye, Mosby, 2003)

1) 谷氨酸:作为兴奋性递质通过光感受器细胞和双极细胞末段的条带突触释放。这种条带突触在功能和结构上均不同于普通的突触结构,它比普通的突触结构具有更高的释放效率。目前认为,受谷氨酸激动的受体可分为离子型和代谢型两大类,通过受体对突触后的双极细

胞、水平细胞、无长突细胞和神经节细胞起作用:①离子性谷氨酸受体目前认为主要分为三类亚型: N-methyl- D- aspartate (NMDA)、 α - amino-3- hydroxy-5- methy-4- isoxazole propionic acid (AMPA)和 kainate(KA)。离子型通道主要分布于 OFF 型双极细胞、无长突细胞和神经节细胞上,离子型通道主要在信号保存突触上起作用。②代谢型谷氨酸受体分布于 ON 型双极细胞、神经节细胞和胶质细胞,并主要在反转信号突触上起作用。根据氨基酸序列的不同可以将代谢型谷氨酸受体(mGluR)分为三类。第一类为 mGluR1 和 mGluR5,第二类为 mGluR2-3,第三类为 mGluR4 和 mGluR6-8。双极细胞膜上的离子型和代谢型谷氨酸受体分别介导视杆细胞、视锥细胞与双极细胞的膜电位去极化和超极化。这两种相反的电反应为视网膜内的神经元网络提供一种对比机制,有助于视觉信号到达皮层时其对比度增加而不易失真。神经节细胞上的代谢性谷氨酸受体,在方向选择性和调节钙离子通道方面扮演重要角色,胶质细胞上的代谢型谷氨酸受体则调节细胞内钙离子的释放和 K^+ 电流。

2) γ -氨基丁酸(GABA)和甘氨酸:在视网膜内作为抑制性神经递质由水平细胞和无长突细胞释放。受抑制性递质激动的受体亦分为离子型和代谢型两类,广泛参与从视网膜到视皮层的突触前和突触后抑制过程。①离子型受体包括 GABA_A, GABA_C 和甘氨酸受体,离子型受体均能够调节氯(Cl^-)通道,研究表明,抑制性递质通过离子型通道能够使水平细胞和 ON 型双极细胞的树突产生去极化,而使其他视网膜内细胞和 ON 型双极细胞的轴突超极化;②代谢型受体 GABA_B 分布于水平细胞、无长突细胞和神经节细胞上。调节 GABA 释放的激动剂为蝇蕈醇,拮抗剂是荷包牡丹碱。

(六) 视觉的皮质机制 图像信息为不同明暗部分的组合,是最基本、最重要的视觉信息。视觉系统在处理图像信息时通过不同形式的感受野逐级进行信息抽提。视网膜中心一周边拮抗的感受野组构,检测明暗对比的视网膜影像的反差信息,而不是背景的光线平均亮度信息,在外侧膝状体和视皮层各级水平,这种信息抽提继续进行。

1. 视皮质神经元的感受野和感受野外区

(1) 视皮质神经元的感受野:根据视皮质神经元感受野的特性,分成 3 种细胞类型:

1) 简单细胞:所有简单细胞感受野都有一个共同的特点,给光区和撤光区分离。给光区和撤光区之间的界线都是直线或是平行线,所以,反应具有线性特征,其有效刺激必须包含直线成分,而且每个简单细胞都有一个能引起最大反应的运动方向,这个运动方向称为这个简单细胞的最佳运动方向,偏离最佳运动方向的光点刺激或弥散光使反应减弱或完全无效。感受野面积比较小,有较明显的空间总合,几乎没有自发放电。

2) 复杂细胞:复杂细胞的数量比简单细胞多得多,感受野面积较简单细胞的大。只要刺激线条出现在感受野上,复杂细胞便产生很强的反应,给光区和撤光区不分离,而且反应为非线性,无明显空间总合,但自发放电较强。

3) 超复杂细胞:超复杂细胞和复杂细胞的感受野有相似之处,即它们都不分兴奋区和抑制区,反应特点相似,但超复杂细胞具有更大的选择性。超复杂细胞的性质,取决于两个或多个复杂细胞输入的重组,但这些复杂细胞中既有兴奋性的,也有抑制性的,会聚到一个共同的超复杂细胞上。从视网膜开始到视皮质,视觉系统对感受野的分析逐级复杂化,其信息含义逐渐抽象和整体化。

(2) 视皮质神经元的感受野外区:在视皮质细胞的传统感受野外,存在感受野外区一个整合野,不直接对视觉刺激产生反应,对神经元反应起调制作用。当感受野内、外区的图像特征相似时,细胞的反应受到最强抑制;而当感受野内、外区的图像特征存在差异时,抑制作用减弱或消失,反应增强。