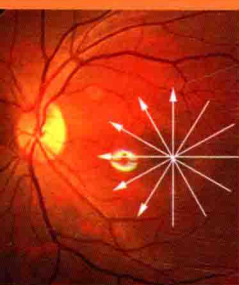


临床
CLINICAL



眼黄斑病学

MACULOPATHY

吴乐正 林顺潮 主编

北京科学技术出版社

临床眼黄斑病学

CLINICAL MACULOPATHY

吴乐正 林顺潮 主编

 北京科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

临床眼黄斑病学/吴乐正, 林顺潮主编. —北京: 北京科学技术出版社, 2016. 1

ISBN 978 - 7 - 5304 - 7728 - 1

I. ①临… II. ①吴… ②林… III. ①黄斑 - 眼病 - 诊疗
IV. ①R774. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 068011 号

临床眼黄斑病学

主 编: 吴乐正 林顺潮

责任编辑: 李金莉

责任校对: 黄立辉

出 版 人: 曾庆宇

出版发行: 北京科学技术出版社

社 址: 北京西直门南大街 16 号

邮政编码: 100035

电话传真: 0086 - 10 - 66135495 (总编室)

0086 - 10 - 66113227 (发行部)

0086 - 10 - 66161952 (发行部传真)

电子信箱: bjkj@bjkpress.com

网 址: www.bkydw.cn

经 销: 新华书店

印 刷: 北京博海升彩色印刷有限公司

开 本: 889mm × 1194mm 1/16

字 数: 500 千

印 张: 19.75

版 次: 2016 年 1 月第 1 版

印 次: 2016 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5304 - 7728 - 1/R · 1884

定 价: 120.00 元



京科版图书, 版权所有, 侵权必究。
京科版图书, 印装差错, 负责退换。

谨以此书献给

创建中国现代眼科学的前辈、我们的父母及导师

并纪念

陈耀真教授 毛文书教授

著译者名单

著 者

吴乐正	中山大学中山眼科中心
林顺潮	香港中文大学医学院
孙葆忱	北京市眼科研究所
Paul Mitchell	澳大利亚 Sydney 大学
Ronald Klein	美国 Wisconsin 大学
黄智申	中山大学中山眼科中心
余扬桂	广州中医药大学
王 玲	上海交通大学瑞金医院
刘 杏	中山大学中山眼科中心
黄时洲	中山大学中山眼科中心
文 峰	中山大学中山眼科中心
于 健	南方医科大学南方医院
管怀进	南通大学医学院
赵秀琴	汕头大学国际眼科中心
William V Padula	美国 Padula 视光学与康复研究所
Randall T Jose	美国 Houston 大学眼科研究所
金 捷 (Wang JJ)	澳大利亚 Melbourne 大学
赖维均	香港中文大学医学院
罗光伟	中山大学中山眼科中心
吴 京	南方医科大学南方医院
张士胜	上海交通大学瑞金医院
姜利斌	北京同仁医院眼科中心
陈长征	武汉大学人民医院
凌运兰	中山大学中山眼科中心
盛艳娟	济南市第二人民医院
王 红	北京解放军总医院
孙祖华	温州医学院视光学医院
陈艳丽	重庆爱尔眼科医院
李士清	中山大学中山眼科中心
吴为菊	中山大学中山眼科中心

译 者

于 靖	上海交通大学医学院眼科教研室
鲁顺婷	南通大学医学院眼科教研室
朱丹丹	南通大学医学院眼科教研室
殷小敏	南通大学医学院眼科教研室

主编简介

吴乐正教授



中山大学眼科教授，博士生导师。海伦·凯勒国际防盲会顾问、亚非眼科学会委员。《中华眼科杂志》《国际代谢与营养眼科学杂志》等编委。曾任中山医科大学中山眼科中心副主任、眼科研究所所长、眼科教研室主任、首届卫生部眼科学实验室主任、《中华眼科杂志》副总编辑、《眼科学报》总编辑。德国慕尼黑马克西梅兰大学眼科医院（1986，1991）、巴西圣保罗大学医学院（1996）等客座教授，国际临床视觉电生理学会委员（1990～2002）。第28届国际临床视觉电生理学术会议主席（1990），第1届国际热带亚热带眼科学学术会议主席（1994），第12届亚非眼科学大会主席（2000），第19届国际代谢眼病学术会议主席（2008）。主要从事眼黄斑疾病、视觉生理和视觉补偿的诊治及研究。在国内外学术刊物已发表论文280篇，编著多部专著。曾获多项国家级、部委级、省级科技奖项，并在眼科领域荣获多项国际奖项与荣誉。享受国务院政府特殊津贴。

林顺潮教授



香港中文大学眼科及视觉科学系主任，医学院副院长（外务）。亚太区眼基因协会创会主席。香港眼科学刊创刊总编辑。中华海外联谊会理事、香港光明行动护眼基金创会主席及健康快车香港基金创会执委会委员、光明大使及现任顾问。曾担任香港特别行政区政府政策组非全职顾问三年。在国际眼科医学杂志发表超过400篇关于眼科临床或基础视觉科学研究的论文，以及超过40篇遗传眼疾基因研究论文。曾荣获1994年“香港十大杰出青年”、1995年“世界十大杰出青年”、1998年“香港杰出青年领袖”和2000年“百位明日世界领袖”等荣誉称号，并于2004年被委任为“太平绅士”。

序言一

黄斑病是眼部最重要的疾病之一，由于黄斑的精细结构和特殊功能，容易患病致盲，因此，黄斑病的防治更为重要。现代眼科学取得了众多新进展，对黄斑病知识更新也不例外。

近年来眼科领域应用很多新技术，出现了很多新概念。继眼底荧光血管造影（FFA）和吲哚菁绿血管造影（ICGA）之后，光学相干断层扫描（OCT）、多焦视网膜电图（mfERG）及计算机视野检测等技术对黄斑病的诊断及发病机制探讨有很大的促进。因此，写好《临床眼黄斑病学》这本专著势必需要编著者们以不懈的学术劳动，使之为眼科医生们提供有价值的参考书。

现在，由中国、中国香港特别行政区、美国及澳大利亚等眼科专家、学者共同合作编写了《临床眼黄斑病学》，它体现了多国学者间的互相合作，发挥各方面智慧。我相信它将为我国眼黄斑病的防治做出积极的贡献，并造福于人类。

袁佳琴

序言二

黄斑部是眼球极其重要的部位，具有极其重要的功能。许多原因可导致获得性、血管及血液性、炎症性、遗传性及先天性黄斑部疾病，产生严重后果；轻者可引起视物模糊、变形，重者致盲。这种情况在老年人中尤为多见。随着我国传染性眼病和白内障等致盲性眼病逐步得以控制，因此，黄斑部疾病的防治在防盲治盲中的意义越来越重要。长期以来，一般认为黄斑部疾病难以治疗，但实际上，随着近年来眼科学的进步和科学技术的发展，对诊断和治疗黄斑部疾病的认识有了明显的提高。由吴乐正教授和林顺潮教授主编的《临床眼黄斑病学》详细地介绍了黄斑部疾病的应用基础、特殊检查、视功能测定和流行病学等，并分设章节详细地介绍了获得性、血管及血液性、炎症性、遗传性、先天性及与全身病有关的黄斑部疾病。对于黄斑部疾病的药物、激光和手术治疗也做了详尽的介绍。所有这些内容都充分反映了黄斑部疾病的诊断和治疗的进展，这对于从事眼病防治的眼科医师和眼保健工作者大有裨益。本书的作者既有我国的眼科专家学者，又有来自于美国、澳大利亚的国外专家学者。他们的学识和长期积累的经验保证了本书的高质量。

作为一个多年从事眼科和防盲治盲的工作者，我谨对本书的出版表示衷心的祝贺。

赵家良

前 言

黄斑是位于视网膜中央部位的最重要结构，是正常视轴的聚焦点，也是最敏锐的视觉部位。黄斑具有解剖学、胚胎发育学和生理学等特点，承担着精细视觉、对比觉和色觉等重要功能。侵及黄斑的病变可能导致严重的视觉损害。

黄斑病的发病易受眼其他部位和全身疾病的影响，很多先天性或后天性疾病都容易与黄斑部发病发生联系，因此在探讨黄斑疾病时不能忽视众多的有关因素。

黄斑病的诊治进展是当代高科技发展在眼科领域中突出的成就之一，无论在诊断技术、测试或治疗药物及仪器设备等方面都有令人惊喜的进步。这也是广大眼科医生们所关注的。

为了对黄斑病有较系统的认识，并为更好反映当前在黄斑病诊治上的新进展。本书编写既有基础知识又强调充分结合临床应用的各有关章节，如应用眼底荧光血管造影（FFA）、吲哚菁绿血管造影（ICGA）、多种视功能测定和光学相干断层扫描（OCT）等临床检测技术，以利于对黄斑疾病的诊断、鉴别诊断、预后判断，也利于对黄斑病发病机制的了解。本书更针对不同原因和类型，从获得性、血管性及血液性、炎症性、遗传性、先天性和综合征等各个领域提供多方面的黄斑疾病专业知识及包括中西医药、激光、手术等的黄斑疾病治疗，以体现很多新的进展。此外，还有对黄斑疾病患者视觉康复训练的重要章节。

本书由我国大陆和香港特别行政区、美国及澳大利亚等老中青专家学者，互相研究商讨，共同编写。袁佳琴教授和赵家良教授为本书作序；吕林教授、陈又昭副教授、忻岱嫣博士和童剑萍副主任医师等给予各种支持；梁炯基高级工程师在本书的编排上做了大量工作；在此一并致以衷心的感谢。由于近代眼科学技术发展迅速，限于我们的学识水平，本书如有疏漏或不尽之处，敬请读者不吝指正。

吴乐正 林顺潮

目 录

第一章 黄斑疾病的应用基础 1

 第一节 黄斑的位置形态和分区 1

 第二节 黄斑的胚胎发育 3

 第三节 黄斑的组织解剖 7

 第四节 黄斑生理学 9

 第五节 黄斑老年性改变和病理改变 11

第二章 眼底检查及眼底血管造影 15

第三章 黄斑疾病的光学相干断层扫描 22

 第一节 正常黄斑视网膜光学相干断层扫描 22

 第二节 特发性黄斑裂孔 27

 第三节 中心性浆液性脉络膜视网膜病变 30

 第四节 年龄相关性黄斑变性（老年黄斑变性） 33

 第五节 中心性渗出性脉络膜视网膜炎 38

 第六节 特发性黄斑前膜 39

 第七节 糖尿病视网膜病变 42

第四章 黄斑疾病的视功能测定与评价 48

第五章 黄斑疾病的流行病学 62

 第一节 年龄相关性黄斑变性（老年黄斑变性） 62

 第二节 其他黄斑疾病 72

第六章 获得性黄斑疾病 80

 第一节 年龄相关性黄斑变性（老年黄斑变性） 80

 第二节 黄斑裂孔 87

 第三节 黄斑前膜 90

 第四节 脉络膜新生血管 92

 第五节 中心性浆液性脉络膜视网膜病变 99

 第六节 脉络膜视网膜皱褶 105

 第七节 血管样条纹 107

目 录

第八节	近视性黄斑病变	109
第九节	药物中毒性黄斑病变	112
第十节	外伤性脉络膜视网膜病变	115
第十一节	放射性视网膜病变	118
第七章	血管性及血液性黄斑疾病	124
第一节	糖尿病视网膜病变	124
第二节	高血压视网膜病变	130
第三节	视网膜动脉阻塞	133
第四节	视网膜静脉阻塞	136
第五节	视网膜大动脉瘤	141
第六节	白血病视网膜病变	143
第八章	炎症性黄斑疾病	147
第一节	弓浆虫性脉络膜视网膜病变	147
第二节	急性视网膜坏死	150
第三节	艾滋病（获得性免疫缺陷综合征）	152
第四节	类肉瘤病	156
第五节	获得性梅毒	158
第六节	拟眼组织胞浆菌病综合征	160
第七节	念珠菌病	162
第八节	多发性一过性白点综合征	164
第九节	急性后极部多灶性鳞状色素上皮病变	167
第十节	急性视网膜色素上皮炎	169
第十一节	匍行性脉络膜病变	170
第十二节	鸟枪弹样视网膜脉络膜病变	173
第十三节	多灶性脉络膜炎	175
第十四节	Behcet 病	180
第十五节	小柳-原田综合征	183
第九章	遗传性及先天性黄斑疾病	187
第一节	视网膜色素变性	187
第二节	进行性视锥细胞营养不良	190
第三节	先天性视网膜劈裂	192
第四节	Stargardt 病	194
第五节	卵黄状黄斑营养不良	197
第六节	无脉络膜症	200
第七节	中心性晕轮样脉络膜萎缩	201

第八节	回旋状脉络膜视网膜萎缩	202
第九节	白点状眼底病变	203
第十节	白化病眼底	204
第十一节	先天性视盘异常	205
第十章	综合征	211
第一节	Aland 综合征	211
第二节	Amalric 综合征	212
第三节	Axenfeld 综合征	212
第四节	Bassen-Kornzweig 综合征	213
第五节	Batten-Meyou 综合征	214
第六节	Behr II 综合征	215
第七节	Davis 综合征	215
第八节	Ehlers-Danlos 综合征	216
第九节	Fanconi I 综合征	217
第十节	Farber 综合征	218
第十一节	Greenfield 综合征	218
第十二节	Grunertis 综合征	219
第十三节	Hand-Schüller-Christian 综合征	220
第十四节	Hamman-Rich 综合征	221
第十五节	Hollenhorst 综合征	221
第十六节	Irvine 综合征	222
第十七节	Junius-Kuhnt 综合征	223
第十八节	Lyme 综合征 (莱姆病)	224
第十九节	Morning Glory 综合征 (牵牛花综合征)	225
第二十节	Niemann-Pick 综合征	226
第二十一节	Peter 综合征	227
第二十二节	Sorsby 综合征	228
第二十三节	Tay-Sachs 综合征	228
第二十四节	Triangle 综合征 (三角综合征)	229
第二十五节	Vitreous Tug 综合征	230
第二十六节	Von Hippel-Lindau 综合征	231
第二十七节	Weil 综合征	232
第二十八节	Wagner 综合征	232
第十一章	黄斑疾病的药物治疗	234
第十二章	黄斑疾病的中医治疗	240

目 录

第十三章 黄斑疾病的激光治疗	246
第一节 黄斑疾病激光治疗的机制及相关问题	246
第二节 黄斑病的激光治疗	246
第十四章 黄斑疾病的手术治疗	254
第一节 黄斑前膜剥离术	254
第二节 特发性黄斑裂孔的玻璃体手术	258
第三节 近视性黄斑裂孔和黄斑劈裂的玻璃体手术	262
第四节 超声乳化白内障吸除人工晶体植入术联合黄斑手术	264
第五节 黄斑中心凹下脉络膜新生血管膜取出术	268
第六节 黄斑下出血的手术治疗	270
第七节 黄斑转位术	271
第八节 色素上皮细胞移植术	273
第九节 糖尿病性黄斑水肿手术治疗	274
第十节 辅助内界膜剥离的各种染色剂的应用	276
第十五章 黄斑变性患者的低视力和神经视光学康复	282
第十六章 年龄相关性黄斑变性 (ARMD) 的视觉康复	290
索引	300
中文索引	300
外文索引	303

第一章 黄斑疾病的应用基础

第一节 黄斑的位置形态和分区

解剖学定义黄斑 (macula) 位于视网膜后极部, 从视盘颞侧缘起, 直径6~7 mm (约4个视盘直径), 包括视网膜血管弓内的大部分区域 (图 1-1-1)。组织学上该部视网膜有多层视网膜神经节细胞, 视网膜色素上皮细胞富含叶黄素 (xanthophyll), 在新鲜的尸体眼上呈黄色。

检眼镜下黄斑境界不明显, 其中央呈横椭圆形扁平浅漏斗状凹陷, 直径1.5mm (约1个视盘直径), 为中心凹 (fovea)。中心凹位于黄斑中心, 是视网膜内层凹陷, 该处视网膜菲薄, 厚度为0.37mm。检眼镜下中心凹呈椭圆形反光, 称为环状反光 (ring reflex), 这是由于旁中心凹区的视网膜和内界膜增厚所致。在中心凹的中央部位有一微小凹陷, 为中心小凹 (foveola), 直径约0.35mm。中心小凹离视盘颞侧约3.0mm, 在视盘中心水平下0.8mm, 与视盘下缘相当 (图 1-1-2)。该部没有神经节细胞, 只有视锥细胞及其核, 是视网膜最薄的部位, 厚度为0.13mm (图 1-1-3)。直接检眼镜下可见中心小凹呈针尖样明亮反光, 即中心反射 (central reflex), 是因为小凹内界膜反射入射光所致。中心反射存在生理变异, 出生不久的婴儿无此反光, 4个月后逐渐出现, 在年轻人和视网膜色素较多者反光较强, 40岁后逐渐减弱, 年老者不明显或完全消失。因此, 对于中心凹反射消失不能完全确定为病理变化, 少数正常人可以缺如。

黄斑呈暗红色或红褐色, 是眼底后极部最暗的区域。由于黄斑部视网膜内层薄、视网膜色素上皮细胞色素丰富、黄斑色素的存在以及浅漏斗状斜面对入射光的反射, 因此, 除了中心反射和环状反光外, 整个黄斑颜色较暗。其颜色随被检查者的色素多少、屈光状态和检查光线性质等因素而改变。在强光下, 可表现为颗粒样外观。由于人类黄斑的发育存在两种明显的变化, 即视网膜内层细胞由中心向周边迁移和视锥细胞由周边向中心的迁移, 并且这种迁移分别一直持续到出生后1岁和4岁多才完成, 因此, 出生不久的婴儿因黄斑尚未发育成熟, 可表现为稍隆起, 呈现珍珠样光泽; 出生后, 黄斑部由于神经节细胞和内核细胞层继续向周围移位而变深, 渐出现中心反射。中心反射随投射光线方向的改变可出现反光点的位置移动现象, 老年人可出现弥散或密集的点状反光。这些均可能是正常变异, 应双眼对比观察, 并结合视力综合判断。另外, 黄斑中心凹旁视网膜较厚, 可呈现圆形或椭圆形反光, 有时须与视网膜神经上皮脱离形成的光晕鉴别。

正常瞳孔条件下用检眼镜观察黄斑部形态,可因瞳孔收缩而难以检查,尤其是老年人或高度近视患者。对于无明显禁忌证的患者可散瞳检查、采用三面镜和前置镜,以及联合眼底荧光血管造影技术和光学相干断层扫描技术进行观察。

眼底荧光血管造影技术显示中心凹内存在一个无血管区,即中心凹无血管区 (foveal avascular zone, FAZ), 检眼镜下用肉眼则很难确定FAZ的边界。用眼底荧光血管造影技术可以确定其具体位置和大小,一般直径约0.5 mm (图 1-1-4)。FAZ 可随年龄增加而变化,它对于一些视网膜循环疾病的诊断、预后和治疗有特殊意义。

根据解剖特点黄斑可分为中心凹、旁中心凹视网膜 (parafoveal retina) 和中心凹周围视网膜 (perifoveal retina) 3 个区域。中心凹是中央直径 1.5mm 区域,感光细胞绝大多数是视锥细胞。旁中心凹视网膜是指大约 0.5mm 宽围绕中心凹的环带状的区域,该部位有内颗粒层细胞和 6~8 层神经节细胞,神经纤维层特别是视神经黄斑束增厚,内界膜从该区向中心小凹方向迅速变薄,视锥细胞与视杆细胞数量比例为 1:1。中心凹周围视网膜是指大约 1.5mm 宽围绕中心凹的环带状的区域,该区域神经节细胞逐渐减少至单层,视锥细胞与视杆细胞数量比例为 1:2。黄斑部的分区有利于黄斑疾病的定位和分期。

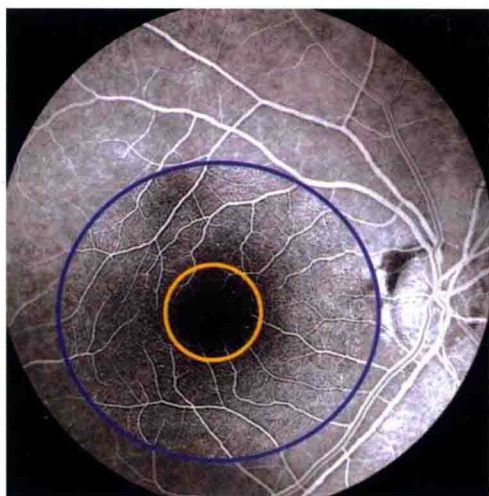


图 1-1-1 黄斑 (蓝环) 和中心凹 (黄环) 解剖位置示意图

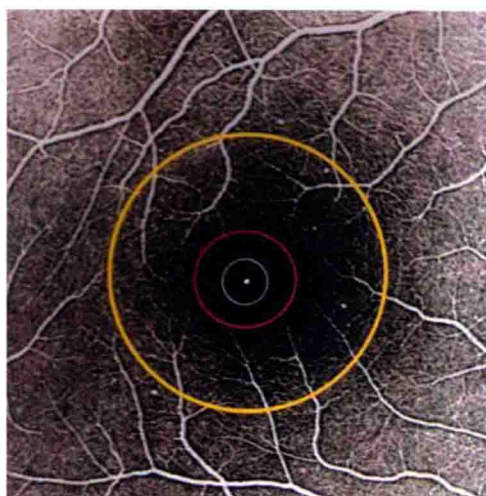


图 1-1-2 中心凹 (黄环)、中心凹无血管区 (红环)、中心小凹 (灰环) 和中心光反射 (中心白点) 解剖位置示意图

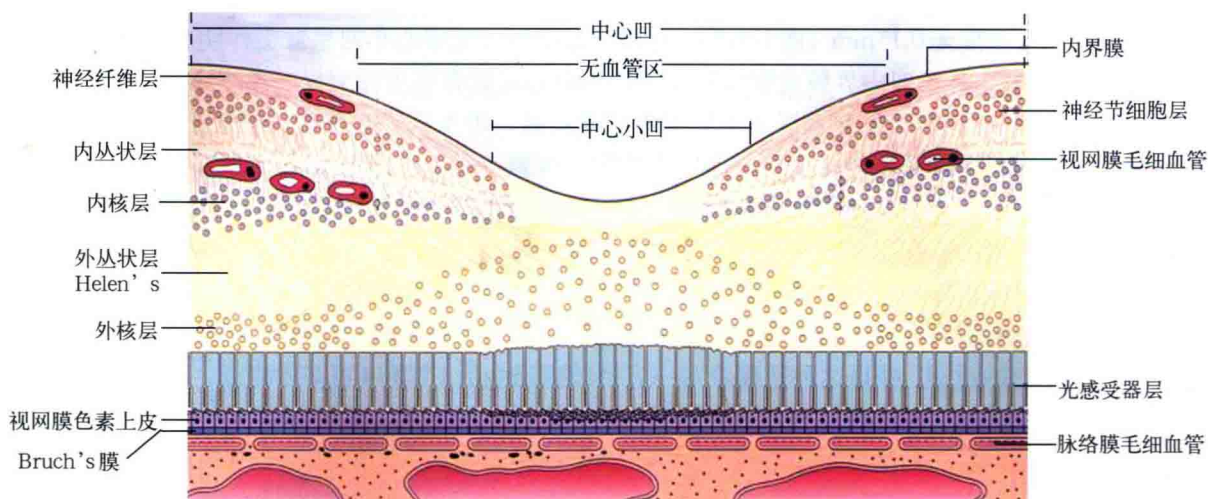


图 1-1-3 中心凹解剖切面示意图

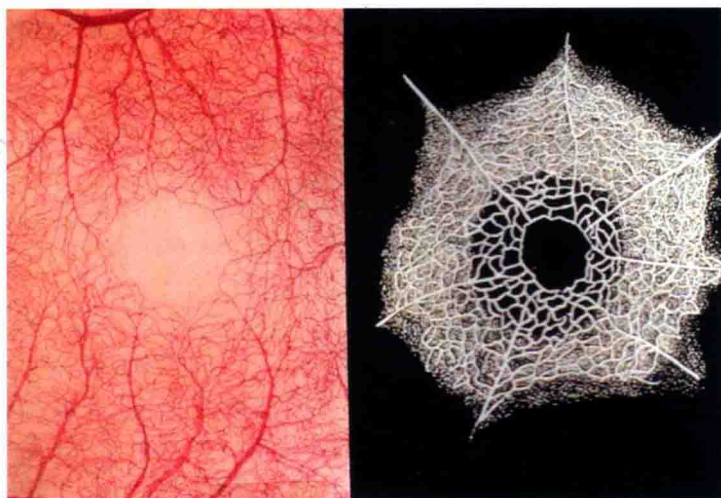


图 1-1-4 中心凹无血管区

第二节 黄斑的胚胎发育

黄斑是视网膜的特殊部位，其特殊功能的维持与整个视网膜、脉络膜以及视神经联系密切。黄斑组织高度分化，发育迟缓，经历胚胎与出生后早期婴儿阶段。在此过程中，任何外来或内在因素均可影响黄斑的发育。

一些黄斑疾病的发生与整个视网膜、脉络膜以及视神经等结构的发生和发育异常有关，如视盘小凹导致黄斑神经上皮脱离、黄斑缺损等。现介绍视网膜、视网膜血管、脉络膜、视神经以及黄斑的发生与形成。

一、胚眼的发生与形成

在胚胎3周，前脑两侧形成对称的囊样突起，即视泡（optic vesicle）。视泡向前生长，形成视茎（optic stalk），即视神经始基。胚胎4周，视泡膨大与表皮外胚叶接触，表皮外胚叶增厚形成晶状体板（lens plate），晶状体板形成晶状体泡。同时视泡的远端内陷形成一个双层细胞壁的杯，即视杯（optic cup）。视杯凹陷包围晶状体。视杯下方存在一裂缝，即胚裂（embryonic fissure），当胚长为7mm时，胚裂完全形成。中胚层组织经胚裂进入眼内，视神经纤维经胚裂到达视茎形成视神经。

二、视网膜的发育与形成

（一）视网膜色素上皮细胞发育与形成

视杯的神经上皮层分两层，外层形成视网膜色素上皮层。视网膜色素上皮层在邻近脉络膜的一面与玻璃状膜紧密连接。但另一面与光感受器细胞仅疏松连接。因此，视网膜脱离时，色素上皮往往与脉络膜相连接。视网膜色素上皮层是由视杯外层衍变而来，胚胎初期外层的细胞核排列不齐，最后逐渐排列整齐，并具有功能，足月胎儿的视网膜色素上皮细胞内可见光感受器细胞外段吞噬体。在发育过程中，视网膜色素上皮细胞的面积及增生活性由周边部向后极部逐渐增加。在胚胎第5周，开始出现细胞内色素颗粒，第6周时整个视网膜同步出现色素颗粒充满色素上皮细胞。色素颗粒包括不同发育时期的前黑色素小体、未成熟及成熟的黑色素小体等。

（二）视网膜神经上皮层发育与形成

视杯的神经上皮层的内层形成神经视网膜层。原始视泡的远端在发育过程中高度分化增厚，形成视网膜的感觉部。胚胎4~5周时，视泡壁分成原始神经上皮层和边缘区两区。其中边缘区有毛细血管长入，该区为过渡性，在胚胎7mm时完全消失。胚胎6周~3个月时，视网膜分化更为显著。在这一阶段，细胞不

断分裂和繁殖,并向边缘区迁移。这种现象在后极部进行特别快,而在胚裂处则较迟缓。随着边缘区增厚,深层细胞开始移入,最后形成内细胞层。

在胚胎7周时,从后极部开始,在视杯内层,原始带(primitive zone)中的神经上皮增生,向边缘带(marginal zone)迁移,因而形成由多层细胞组成的两个细胞层,即外成神经细胞层及内成神经细胞层。两者之间有一窄无核层,即Chievitz过渡性纤维层。这层纤维在成人的视网膜内并不存在。到胚胎10周,这两层成神经细胞层的形成,已向前延伸到未来的锯齿缘部。这两层成神经细胞层渐渐分化,从内面向外面进行,形成各层神经细胞。神经节细胞发生最早,而光感受器层出现最晚。

胚胎3~7个月时,成神经细胞层即开始特化。内成神经细胞层发育较早,形成Müller细胞、神经节细胞和无长突细胞。胚胎11周时,眼球后极部的内成神经细胞层有细胞向内迁移,形成神经节细胞层。大部分内层的成神经细胞发育为神经节细胞,在胚长17mm时,其内层细胞已具有神经节细胞的特征。神经节细胞向视网膜玻璃体面移动,形成神经节细胞层,其轴突经视茎通向脑部。神经节细胞层的形成由后向前扩展,胚胎5个月时到视网膜的锯齿缘。神经节细胞层与内成神经节细胞层之间的无细胞边缘区即为内网状层。内成神经细胞层中的其余细胞即为Müller细胞及未来的无长突细胞。Müller细胞是高度分化的视网膜支架细胞,胚长10~13mm时即出现,其细胞长轴与视网膜平面垂直。在胎儿3个月时其突已伸达视网膜的内外表面。有人认为Müller纤维突末端分散,互相连接而构成内界膜。但有人认为两者是不同的组织,因为内界膜有的部位并没有Müller纤维。

外成神经细胞层发育较晚,形成双极细胞、水平细胞和光感受细胞。视锥细胞和视杆细胞与内核层之间的无细胞核区即为外网状层。形成外核层的视锥细胞和视杆细胞分化较早,胚长48mm时,外成神经细胞层的最外层细胞核变成肾形,即视锥细胞的前身。内侧几层的外成神经细胞内移,形成内核层后,其余的细胞形成视杆细胞。视锥细胞和视杆细胞近视泡腔部分的胞浆突出外界膜,形成内段,外段可来自原来视泡腔内面被覆的纤毛。视锥细胞和视杆细胞其细胞外段的盘膜要在胎儿7个月时才出现。新形成的盘膜排列方向并不一致,随着眼球的发育,不仅外段的长度增加,而且平行排列的盘膜方向更趋一致。

成神经细胞层于胚胎第2个月末(胚长26mm)时发育至赤道部附近,但在视杯缘的视网膜仍仅分为一有核层和一无核层。在胚胎3个月的后期时视杯前缘继续生长,成神经细胞层伸展到锯齿缘,此时神经纤维层仅在视网膜后部发育完全。在胚胎4~5个月时,从眼球后极部开始,由于外成神经细胞层的内侧7~8层细胞(即未来的双极细胞与水平细胞)内移,与内成神经细胞层中的Müller细胞及无长突细胞汇合,形成内核层,这时内外成神经细胞层间的界限消失。当胚胎在5个月时神经节细胞单独成为一层直达锯齿缘。此时视网膜后部的内核层已开始出现,而视网膜后极部除黄斑以外,其发育接近完成,视网膜内、外核层的形成向前延伸,在胚胎8个月时到达锯齿缘部。随着3个核层的分化,出现了神经纤维层、内网状层及外网状层。由于细胞内移,除黄斑部外,Chievitz纤维逐渐消失,至此视网膜乃完全形成,而黄斑部Chievitz纤维在出生后才消失。

(三) 视网膜血管的发育与形成

胚胎初期视泡和视茎本身是没有血管的,视网膜发育在胚胎长100mm时尚无血管分布。胚胎在2个月时视杯内的玻璃体血管系统和视杯外的脉络膜血管系统吻合,形成发育眼的血液循环系统。但视网膜与视神经仍然是无血管的。

在胚胎的第3个月末,视网膜中央动脉由玻璃体动脉经过视盘的地方产生。视盘处动脉壁出现血管芽,上下各一,渐长出血管分支,进入视网膜神经纤维层,同时也向外生长,直达外网状层。在视神经内玻璃体动脉的两侧各出现一个静脉管,在视盘的后面两静脉汇合为一,其分支与视网膜中央动脉平行分布。在胚胎第8个月时,血管已出现于视网膜内面几层,血管的分布达到视网膜周边部。在视网膜动脉生长的过程中,玻璃体动脉系统继续萎缩,当后者停止循环时,视网膜动脉已开始供给血液。

也有人认为视网膜血管来自进入视网膜的中胚叶组织。原始中胚叶组织分化成毛细血管网,当血液进入这些管道,分散的毛细血管网的不同部分重建,形成视网膜动脉和静脉。