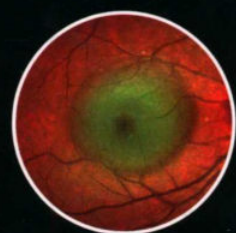
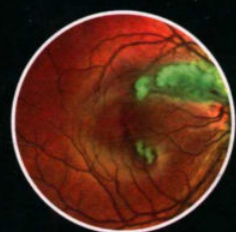
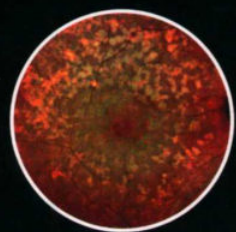


眼底多波长激光 炫彩成像图解



主编 王 敏

眼底多波长激光 炫彩成像图解

Illustration of Multi-color Laser Imaging on Ocular Fundus

主 编 王 敏

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 敏 王雨微 叶晓峰 张勇进 冯超逸

刘 卫 周 瑶 常 青 徐格致 宣 懿

黄咏恒 高晓雅 黎 蕾

编者单位 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

眼底多波长激光炫彩成像图解 / 王敏主编. —北京:
人民卫生出版社, 2020

ISBN 978-7-117-29829-2

I. ①眼… II. ①王… III. ①眼底疾病—影像诊断—
图解 IV. ①R773.404-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 044665 号

人卫智网	www.ipmph.com	医学教育、学术、考试、健康, 购书智慧智能综合服务平台
人卫官网	www.pmph.com	人卫官方资讯发布平台

版权所有, 侵权必究!

眼底多波长激光炫彩成像图解

主 编: 王 敏

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: 北京盛通印刷股份有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 23

字 数: 574 千字

版 次: 2020 年 4 月第 1 版 2020 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-29829-2

定 价: 198.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

质量问题联系电话: 010-59787234 E-mail: zhiliang@pmph.com

前 言

多波长激光炫彩成像技术是近年来新出现的眼底影像技术。该技术展示的眼底图像信息较传统眼底彩照更丰富,炫彩成像技术联合 OCT 扫描能更好地揭示视网膜和脉络膜疾病过程中眼底结构的变化。由于该技术较新,炫彩成像的读片还暂不为广大眼科医生所熟悉,很多眼科医生对炫彩图像的解读了解得很少,迫切需要一本图谱指导眼科医生读图,才能把该技术很好的应用起来。本图谱介绍了多波长激光炫彩成像的技术原理,并通过大量视网膜疾病、脉络膜疾病、青光眼和神经眼科疾病的多波长激光炫彩成像的图片解读,帮助眼科医生理解该技术,了解炫彩成像的优势,并学会读图,以便充分把这项新技术应用在临床工作中。任何眼科疾病的诊断都不能靠单一的辅助检查实现,任何一个影像学技术都有其独有的优势和不足,所以图谱中的所有病例除了突出炫彩成像的特点和优势以外,还配有其他影像学资料,以帮助读者从多模式影像的角度全面理解疾病。本图谱病例丰富,所有病例均来自作者日常工作中接诊的常见多发病和部分少见病,实用性和可读性强,是广大眼科医生、检查科室人员和研究生学习掌握该技术的有用参考书。在眼科影像技术大发展的今天,希望炫彩成像技术能成为眼科影像学的又一把利器,为眼科疾病的诊断发挥新的作用。

我要衷心感谢所有作者对本图谱的贡献,感谢他们提供的优秀病例,感谢他们对图谱编写提出的宝贵建议和意见,感谢图像采集者拍摄的高质量图片,感谢高视医疗公司提供的设备技术支持。

本图谱是我国第一部关于眼科多波长激光炫彩成像技术的专著,也是我们对该项新技术不断实践和探索的一点体会和经验总结。我们感觉到炫彩成像在某些病例的解读上还值得进一步探讨,所以难免有不足之处,希望读者能从图谱中获益的同时,也能给我们提出宝贵意见,共同提高对炫彩成像技术的认知和应用水平。

王敏

2020 年 2 月

致 谢

本书得到上海市重中之重临床医学中心项目“上海市眼部疾病临床医学中心(2017ZZ01020)”和上海市视觉损伤与重建重点实验室的支持,在此表示衷心感谢!

目 录

第一章 眼底多波长激光炫彩成像原理和特征	1
第一节 共焦扫描激光眼底成像技术简介	1
第二节 多波长激光炫彩成像原理	2
第三节 三种不同波长激光的特性	3
第四节 炫彩成像与 OCT 联合	3
第五节 传统眼底彩色照片和炫彩眼底成像的区别	3
第六节 炫彩图像的解读	4
一、正常眼底多波长炫彩图像的解读	4
二、异常多波长炫彩图像的解读	6
第二章 各种眼底病的炫彩成像解读	7
第一节 黄斑疾病	7
一、中心性浆液性脉络膜视网膜病变	7
二、黄斑前膜	26
三、黄斑裂孔	34
四、特发性脉络膜新生血管	41
第二节 年龄相关性黄斑变性	47
一、非渗出性/干性年龄相关性黄斑变性	47
二、渗出性/湿性年龄相关性黄斑变性	55
三、息肉样脉络膜血管病变	61
第三节 视网膜血管性疾病	69
一、视网膜动脉阻塞	69
二、视网膜静脉阻塞	93
三、糖尿病视网膜病变	120
四、视网膜大动脉瘤	132
五、黄斑旁毛细血管扩张症	136
六、Coats 病	141
七、特发性视网膜血管炎、动脉瘤和视神经视网膜炎综合征	147
八、Valsalva 视网膜病变	156
第四节 脉络膜视网膜炎和脉络膜先天异常	160
一、伏格特-小柳-原田综合征	160
二、多发性一过性白点综合征	165

三、梅毒性脉络膜视网膜炎·····	170
四、犬弓蛔虫病·····	174
五、脉络膜小凹·····	177
六、匍行性脉络膜炎·····	180
第五节 视网膜和脉络膜肿瘤·····	187
一、脉络膜血管瘤·····	187
二、脉络膜骨瘤·····	192
第六节 遗传性视网膜疾病·····	209
一、先天性连锁视网膜劈裂·····	209
二、Stargardt 病·····	216
三、Best 病·····	220
四、家族性渗出性玻璃体视网膜病变·····	242
五、视网膜色素变性·····	245
六、Bietti 结晶样视网膜营养不良·····	249
七、色素性静脉旁视网膜脉络膜萎缩·····	254
第七节 眼外伤·····	259
一、黄斑激光灼伤·····	259
二、电焊弧光性视网膜损伤·····	262
三、脉络膜裂伤·····	265
第三章 青光眼·····	271
第一节 原发性开角型青光眼·····	271
第二节 正常眼压青光眼·····	281
第四章 神经眼科疾病·····	287
第一节 视神经炎·····	287
第二节 非动脉炎性前段缺血性视神经病变·····	295
第三节 Leber 遗传性视神经病变·····	303
第四节 压迫性视神经病变·····	310
第五节 视神经脊髓炎相关视神经炎·····	322
第六节 节段性视神经发育不良·····	333
第七节 颅内压增高所致视盘水肿·····	341
第八节 视盘小凹·····	349
第九节 视盘玻璃疣·····	354

第一章 眼底多波长激光炫彩成像原理和特征

第一节 共焦扫描激光眼底成像技术简介

共焦扫描激光眼底成像技术或称共焦扫描激光检眼镜技术是扫描激光检眼镜技术的更新，它的图像有很高的对比度，并和照明波长无关。共聚焦是指探测器与聚焦在视网膜上的扫描光斑焦点共轭。在此条件下，当瞳孔成像在快速扫描镜上时，成像效果最佳，且在扫描时，光斑在瞳孔处是静止不动的。

炫彩成像的扫描过程也采用了共焦扫描激光成像技术，共焦扫描激光检眼镜使用近红外二极管激光光束，以光栅方式快速扫描后极，类似于电视在显示器上创建图像的方式。通过与视网膜平面共轭的共焦光电二极管检测反射光，并将数字化图像存储在计算机中。信号探测器只接收来自焦平面的反射信号，非焦平面的反射信号则被完全滤除，从而可以获得高分辨率和高对比度影像(图 1-1-1)。

扫描激光检眼镜技术目前主要应用于视网膜和角膜的诊断性成像，有助于辅助诊断黄斑疾病、其他视网膜疾病、青光眼、神经眼科疾病和角膜病。扫描激光检眼镜技术联合自适应光学技术还能更细致地观察视网膜的感光细胞。

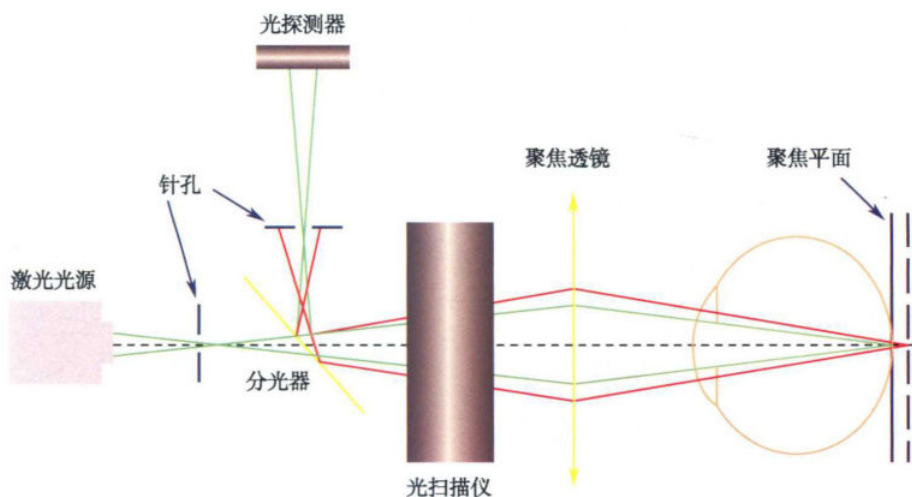


图 1-1-1 共焦扫描激光眼底成像技术原理示意图

第二节 多波长激光炫彩成像原理

多波长激光炫彩眼底成像(multicolor imaging, 以下简称炫彩成像)是近几年来新出现的一种全新的眼底影像技术,它采用超级发光二极管作为光源,以三束不同波长(488nm、515nm、820nm)的激光同时扫描眼底,由于不同波长激光的组织穿透力不同,可以分别获取到不同深度、不同层次的组织结构反射信号,然后系统对各波长激光反射信号的强度信息进行整合处理,依据一定的算法,利用数字技术进行颜色综合处理,分别将 488nm 波长的信号转换成蓝色,515nm 波长的信号转换成绿色,820nm 波长的信号转换成红色,并进行合成,得到高分辨率的炫彩(multicolor)眼底图像(图 1-2-1)。为了使炫彩图像的色调更符合眼科医生的阅片习惯,设计者在软件默认设置中刻意减少了蓝色和绿色成分而增加了红色成分,使得图像整体上更加接近传统眼底彩照中的红色调,如果有特殊临床需求(如需要观察浅表的视网膜前膜时),则可以通过“蓝绿增强模式”来增加蓝色和绿色成分而更有利于对浅表病变的观察分析。

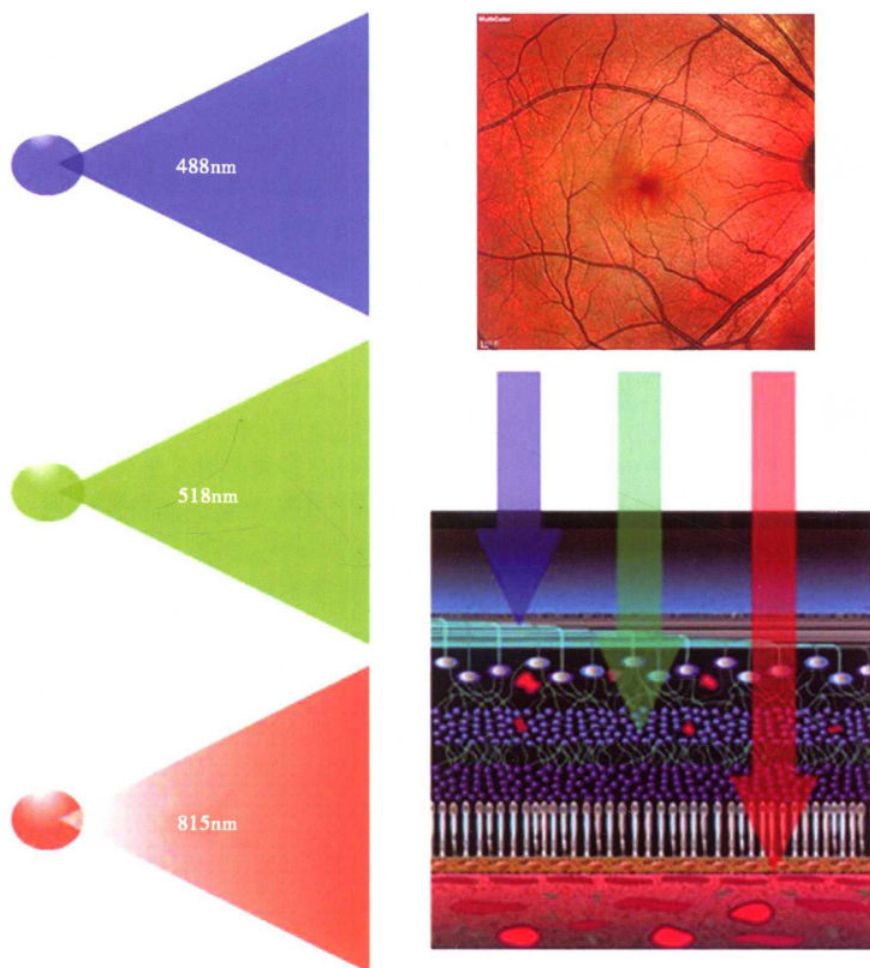


图 1-2-1 多波长激光炫彩眼底成像原理示意图

第三节 三种不同波长激光的特性

由于激光的组织穿透力随波长的增加而增强,因而在同时扫描眼底的三束激光中,波长 488nm 的蓝光主要聚焦在玻璃体视网膜交界面和表层视网膜,波长 515nm 的绿光主要聚焦在内层视网膜,包括视网膜血管层,而波长 820nm 的红外光则可穿透至外层视网膜和部分脉络膜,作用于视网膜色素上皮 (retinal pigment epithelium, RPE) 层和脉络膜层。

受到外来光波照射时,光波会和组成物体的微粒发生作用。由于组成物质的分子和分子间的结构不同,致使入射光分为三个部分:一部分被物体吸收,一部分被物体反射,一部分则穿透物体继续传播(透射)。

第四节 炫彩成像与 OCT 联合

使用炫彩成像拍摄眼底图片的同时,还可实时联合海德堡 Spectralis 频域 OCT 进行拍摄(图 1-4-1),通过实时点对点对比炫彩图像和 OCT 图像的结构改变,可以精准解读炫彩图像,实现更全面和准确的诊断,更好的理解发病机制。

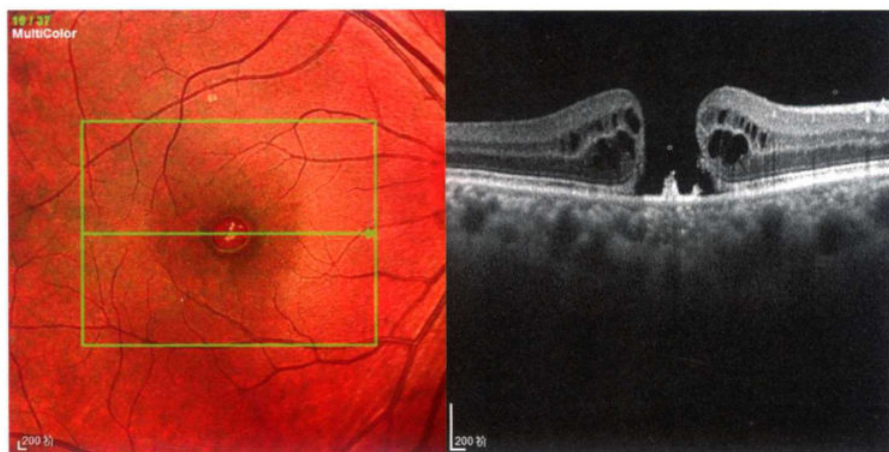


图 1-4-1 炫彩成像联合 OCT 在黄斑裂孔病例的应用

第五节 传统眼底彩色照片和炫彩眼底成像的区别

传统或普通光学眼底相机是一次性向整个视网膜照射具有各种波长成分的白色光,捕捉所有反射光并进行图像信息处理。由于捕捉的反射光中包括各层发出的散射光,因此有可能导致整体图像变得模糊不清并含有混杂信号(图 1-5-1)。并且在使用眼底相机时,瞳孔的大小将直接影响到达眼底的拍摄光线。炫彩成像与传统眼底照相不同的是炫彩成像采用的共焦激光技术只获取透过针孔的反射光,不受散射光和焦点面以外的混杂光的影响,可

获得高对比度的焦平面高清图像。由于是激光扫描成像，炫彩成像不受瞳孔大小的影响，甚至整个后极部眼底均清晰可见，可获得以像素为单位的高清图像信息。

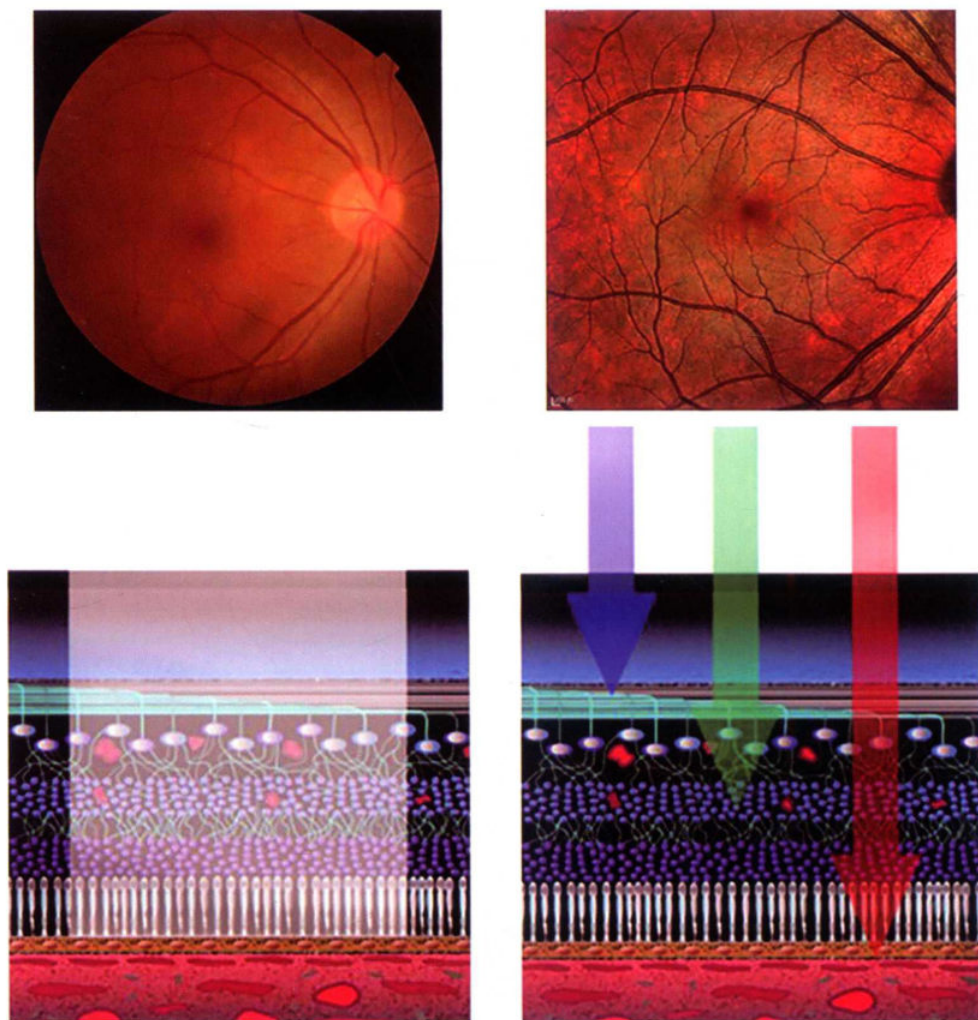


图 1-5-1 传统眼底彩照和炫彩成像原理的区别

第六节 炫彩图像的解读

一、正常眼底多波长炫彩图像的解读

在炫彩成像过程中，眼底不同组织、不同病变对不同波长激光的吸收、反射、透射的程度是明显不同的，信号探测器采集到各波长激光的反射信号而呈现出相应波长激光的反射图像（蓝光反射图像、绿光反射图像、红外光反射图像），可以分别显示出各波长激光对于不同病变的信号特征。蓝光照射在视网膜神经纤维层（RNFL）反射最强，而叶黄素对蓝光吸收最强，血液对蓝光也有很大程度的吸收，因此在蓝光反射图像中，RNFL 显示为强反射信号，黄斑区

由于叶黄素的分布而显示为弱反射信号,出血亦显示为弱反射信号。血液对绿光的吸收最强(强于对蓝光的吸收),硬性渗出对绿光的反射最强,因此在绿光反射图像中,出血、血管瘤、新生血管等病变均显示为明显的弱反射信号,硬性渗出则显示为明显的强反射信号。红外光照射在水中会被明显吸收,因而积液、水肿在红外反射图像中显示为明显的弱反射信号,而某些色素(黑色素、脂褐质等)对红外光反射很强而显示为强反射信号,但叶黄素对红外光几乎全部透射,因此在红外反射图像中则基本不显示。以上内容对解读炫彩成像很重要。

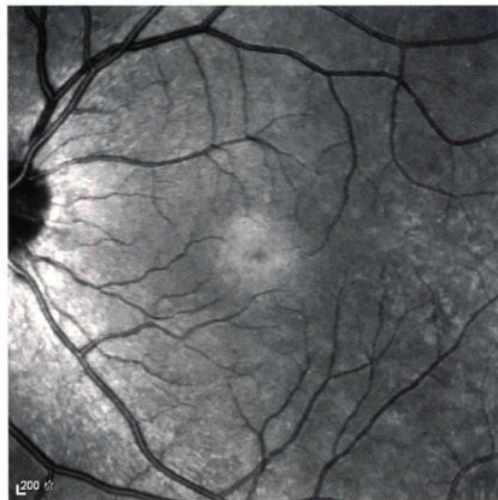
正常黄斑区炫彩成像采集完后会生成4幅图像,分别是炫彩图像、蓝光反射图像、绿光反射图像和红外光反射图像(图1-6-1)。炫彩图像黄斑呈橘红色,中心凹色暗,黄斑周围可呈浅黄绿色,其余视网膜呈均匀暗红色,视盘颜色较黑,有时可呈绿色。蓝光反射图像黄斑呈黑色(叶黄素吸收蓝光),黄斑周围可呈浅灰色,其余视网膜呈均匀暗灰色,视盘颜色较黑,视盘颞上和颞下方的RNFL呈灰白色强反射。绿光反射图像除了黄斑呈灰色外,其余特征和蓝光反射图像相似。红外光反射图像黄斑呈灰白色,其余视网膜呈均匀的浅灰色,视盘颜色较黑。

MultiColor 30° ART[HS]

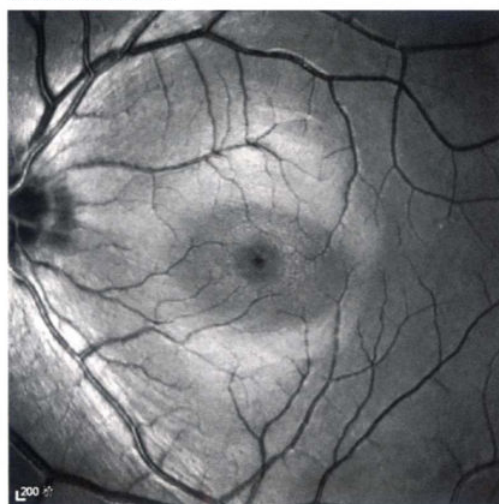


Color Balance:Standard

Infrared Reflectance



Green Reflectance



Blue Reflectance

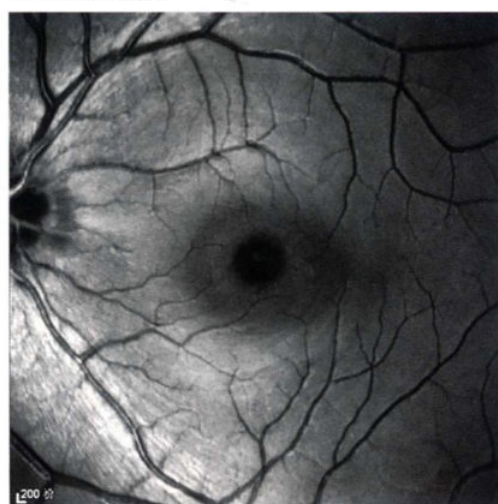


图 1-6-1 正常视网膜 30° 范围多波长炫彩成像报告

二、异常多波长炫彩图像的解读

在了解了三种不同波长激光的特性和视网膜组织包括病变组织对三种不同波长激光的吸收、反射和穿透效应后,我们会对眼底病的各种组织结构改变所导致的多波长炫彩图像改变有更好的理解,从而帮助我们准确解读眼底病的多波长炫彩图像。我们将图解中各种疾病的多波长炫彩图像特征归纳在表 1-6-1 中,供大家解读时参考。

表 1-6-1 常见眼底病体征的多波长炫彩图像表现

	炫彩图像	蓝光反射图像	绿光反射图像	红外光反射图像
视网膜出血	红色	暗灰色	暗灰色	
视网膜渗出	黄绿色	灰白色	灰白色	灰白色
视网膜水肿	黄绿色	灰白色	灰白色	
棉绒斑	黄绿色	灰白色	灰白色	
玻璃膜疣	黄绿色/黄白色	灰白色	灰白色	灰白色
CNV	黄绿色	灰白色	灰白色	灰白色
息肉样病灶	黄绿色	灰白色	灰白色	灰黑色投影
PED	黄绿色	灰白色	灰白色	灰黑色带灰白色边界
前膜	黄绿色	灰白色	灰白色	
微血管瘤	黄绿色	灰白色	灰白色	
深层视网膜缺血	黄绿色	灰白色	灰白色	
卵黄样物质	黄绿色	灰白色	灰白色	灰黑色
正常 RNFL	黄绿色	灰白色	灰白色	
RNFL 缺损	暗红色	暗灰色	暗灰色	

CNV: 脉络膜新生血管; PED: 色素上皮脱离; RNFL: 视网膜神经纤维层

参 考 文 献

- [1] SHARP P F, MANIVANNAN A. The scanning laser ophthalmoscope [J]. Phys Med Biol, 1997, 42 (5): 951-966.
- [2] KEANE P A, SADDAS R. Retinal Imaging in the twenty-first century State of the art and future directions [J]. Ophthalmology, 2014, 121 (12): 2489-2500.
- [3] BEMARDES R, SEERRANHO P, LOBO C. Digital Ocular fundus imaging: a review [J]. Ophthalmologica, 2011, 226 (4): 161-181.
- [4] BENNETT T J, BANY C J. Ophthalmic imaging today: an ophthalmic photographer's viewpoint—a review [J]. Clin Experiment Ophthalmol, 2009, 37 (1): 2-13.
- [5] EISNER A, BURNS S A, WEITER J J, et al. Infrared imaging of sub-retinal structures in the human ocular fundus [J]. Vision Res, 1996, 36 (1): 191-205.

第二章 各种眼底病的炫彩成像解读

第一节 黄斑疾病

一、中心性浆液性脉络膜视网膜病变

【概述】中心性浆液性脉络膜视网膜病变(central serous chorioretinopathy, CSC),简称“中浆”,是指黄斑区或者后极部局限性视网膜神经上皮脱离为主要特征的常见眼底疾病。好发于中青年男性,发病高峰在40岁前后,男女发病比例为2:1~8:1,常单眼发病,且易复发。该病是由于脉络膜血管高灌注,并有色素上皮屏障功能受损,液体积聚于视网膜神经上皮层下,造成神经上皮层局限性脱离并影响视网膜功能。按病程可分为急性和慢性中浆。

【临床表现】急性中浆最常见的症状有单眼视物变暗、变形、中心或旁中心暗点以及轻度远视等。检眼镜检查可见黄斑区有边界清楚,圆形或椭圆形视网膜浅脱离,中心凹光反射消失,脱离区内有时可见黄色点状沉积物,一般认为是脱落或被吞噬的感光细胞外节或纤维物质。部分患者可出现局灶性PED。在慢性期,位于中心凹及附近的病灶对色素上皮和感光细胞损伤加重,对视功能影响较大,检眼镜检查可见RPE改变。

【影像学检查】急性中浆在荧光素眼底血管造影(fundus fluorescein angiography, FFA)静脉期可见荧光素呈炊烟样或墨渍样渗漏,慢性中浆多表现为多灶性的色素上皮损害,出现透见荧光或遮蔽荧光。ICGA显示病灶相应区域脉络膜血管扩张及通透性增加,深度增强图像OCT(enhanced depth imaging optical coherence tomography, EDI OCT)显示急性中浆脉络膜厚度明显增厚,眼底自发荧光可用于观察中浆不同时期的RPE改变。OCT检查对中浆的诊断和鉴别诊断十分重要,OCT血管成像(optical coherence tomography angiography, OCTA)有助于明确慢性中浆是否合并脉络膜新生血管(choroidal neovascularization, CNV),炫彩成像能突显视网膜浆液性脱离、PED和RPE损害。

【炫彩成像的应用价值】炫彩成像、蓝光和绿光能突显视网膜浆液性脱离的范围,RPE病变也能在炫彩成像和红外光图像中显现,且优于普通眼底彩照。

【病例2-1-1】患者女性,61岁,主诉右眼视物变小变暗1个月。既往史无特殊,右眼最佳矫正视力(Best corrected visual acuity, BCVA):0.3,眼前节无特殊。诊断为急性中浆。

眼底表现如图2-1-1。

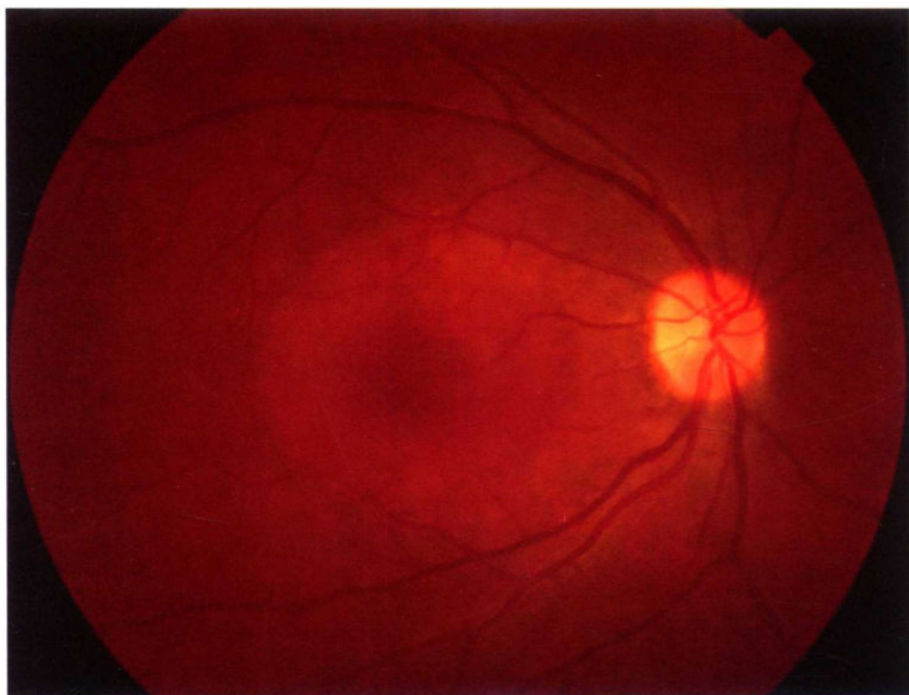


图 2-1-1(1) 右眼底彩照显示黄斑区水肿

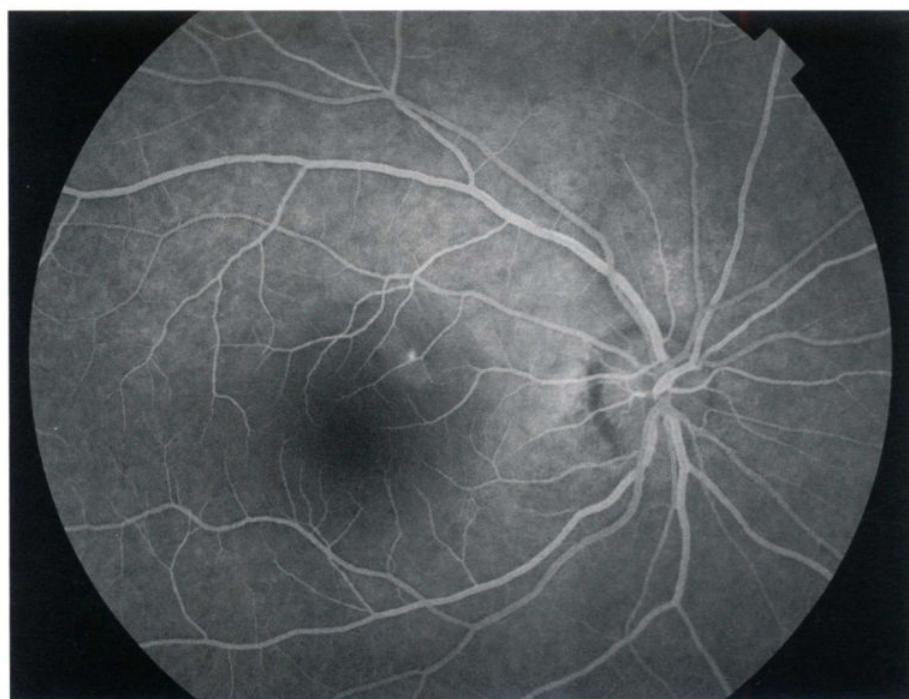


图 2-1-1(2) 右眼 FFA 早期显示中心凹鼻上方弱荧光点

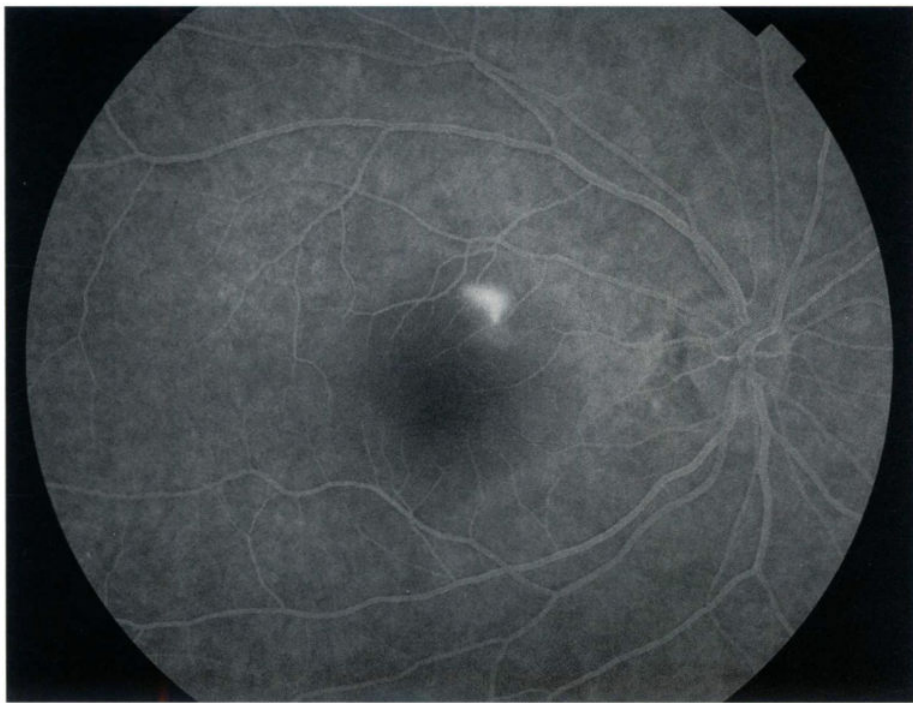


图 2-1-1(3) 右眼 FFA 显示晚期中心凹鼻上方强荧光点呈烟囱样荧光渗漏

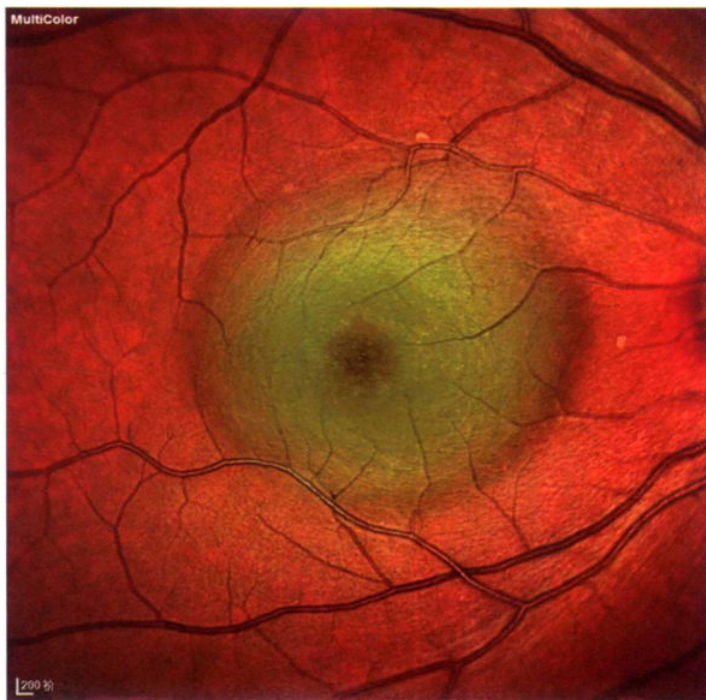


图 2-1-1(4) 右眼炫彩成像可见黄斑水肿区域呈绿色, 边界清楚, 其上方和鼻侧可见黄白色斑点, 提示 RPE 病变

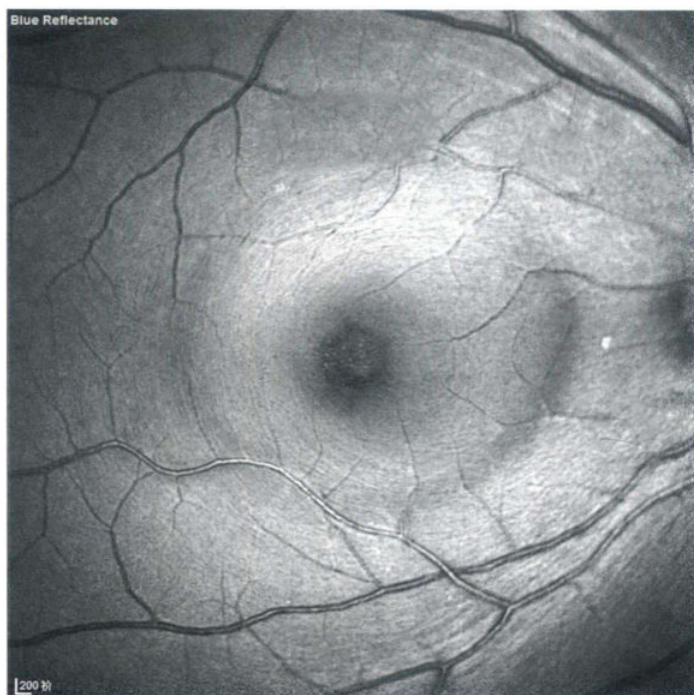


图 2-1-1(5) 右眼蓝光反射图像可见黄斑水肿区呈灰白色, 中央见灰白色点状改变, 其上方和鼻侧可见白色点状改变, 提示 RPE 病变

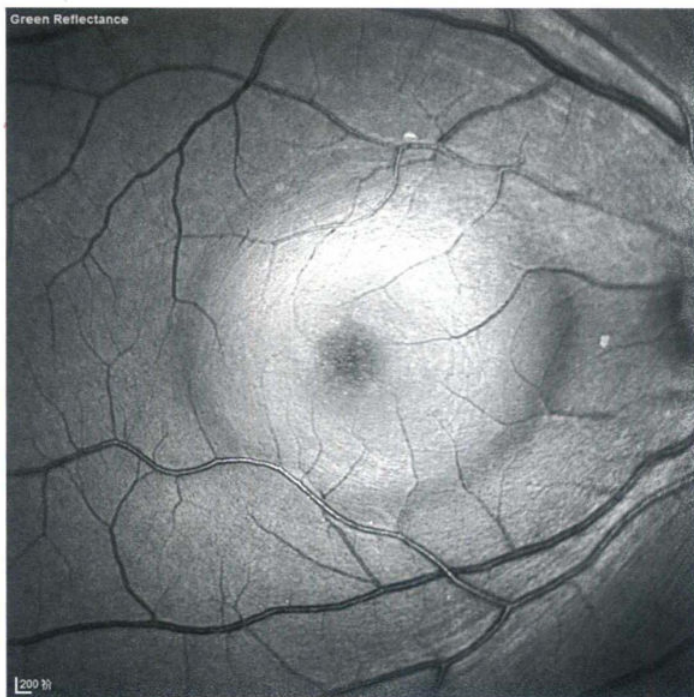


图 2-1-1(6) 右眼绿光反射图像可见黄斑水肿区呈灰白色, 中央见灰白色点状改变, 较蓝光层面更清晰, 其上方和鼻侧可见白色点状改变, 提示 RPE 病变