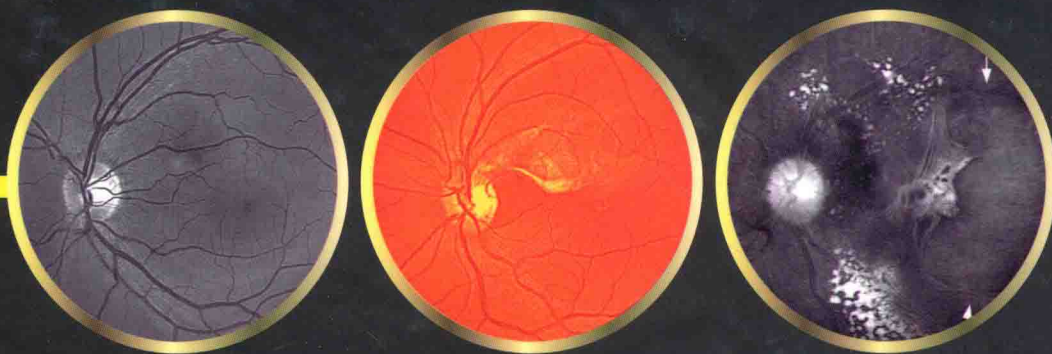


北京市重点图书
BEIJINGSHI ZHONGDIAN TUSHU



眼底病的多光谱 诊断和筛查

MULTI SPECTRAL FUNDUS
IMAGING FOR SCREENING
AND DIAGNOSIS

黎晓新 编著



北京科学技术出版社

眼底病的多光谱 诊断和筛查

黎晓新 编著

图书在版编目 (CIP) 数据

眼底病的多光谱诊断和筛查 / 黎晓新编著. — 北京:
北京科学技术出版社, 2014.8
ISBN 978-7-5304-7250-7

I. ①眼… II. ①黎… III. ①眼底疾病—影像诊断—
多光谱图像 IV. ①R773.404

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第125704号

眼底病的多光谱诊断和筛查

作 者: 黎晓新
责任编辑: 李金荷 朱 琳
责任校对: 贾 荣
责任印制: 李 岩
封面设计: 耕者设计工作室
图文制作: 北京锋尚制版有限公司
出 版 人: 曾庆宇
出版发行: 北京科学技术出版社有限公司
社 址: 北京西直门南大街16号
邮政编码: 100035
电话传真: 0086-10-66161951 (总编室)
0086-10-66113227 (发行部) 0086-10-66161952 (发行部传真)
电子信箱: bjkjpress@163.com
网 址: www.bkydw.cn
经 销: 新华书店
印 刷: 北京捷迅佳彩印刷有限公司
开 本: 950mm × 1194mm 1/16
字 数: 180千
印 张: 6.25
版 次: 2014年9月第1版
印 次: 2014年9月第1次印刷
ISBN 978-7-5304-7250-7 / R · 1775

定 价: 100.00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。

前言

多光谱成像 (multiple spectrum imaging, MSI) 技术最早源于遥感卫星、空间探测、军事等领域。多光谱眼底成像系统是多光谱成像技术在眼科领域的首次应用。

不同波长的光进入眼内, 经过视网膜加工传导到大脑中枢系统完成感光成像。视网膜不同组织吸收光的光谱不同, 多光谱成像既是利用视网膜光谱吸收的功能变化, 发现和诊断视网膜疾病; 同时利用光的亮度变化和折射异常, 显示眼底组织冠状面 (EnFace) 的形态学改变。该项技术是眼底病领域无创伤性的筛查和诊断技术的新突破、新进展。

多光谱成像技术在眼底病检查中的应用, 提高了我们对一些眼底病诊断的准确性。本书介绍眼底病的多光谱诊断和筛查, 从多光谱眼底分层成像原理、正常眼的多光谱成像特点及各种眼底病多光谱诊断的标准等方面, 进行解析和阐述。对于眼底病医师和眼科学专业学生, 本书无疑是一本重要的参考书。

本书的编写过程得到明达同泽科技有限公司的技术支持, 谨致谢意。

一项新技术的进步与发展是在不断地实践中实现的。随着多光谱成像技术在眼科的推广应用, 必将会带来许多新的发现。我们期待着更多的新发现对本书内容的补充和修订。

黎晓新

2014年5月 北京

助理 王菲 王欣欣 白玉婧 李姗姗

作者简介

2002~2014年任中华医学会眼科学会眼底病学组组长，2007~2010年任中华医学会眼科学分会主任委员，2012年至今任中华医师协会眼科医师分会会长。

1986年黎晓新在德国Essen大学眼科医院获博士学位后回国。20多年来一直坚持工作在医疗、教学和科研一线，是我国眼科界玻璃体视网膜手术的开拓者之一。她主持并完成了多项国家自然科学基金课题、科技部十五支撑计划、十一五支撑计划，卫生部、教育部等部级研究课题，2010年主持国家973课题。她领导的团队在国际杂志发表100余篇文章，国内杂志发表200余篇文章。关于“视网膜电图振荡电位的研究”获得国家教委科技进步二等奖一项和广东省医药科技进步一等奖，有关“糖尿病眼病”、“增殖性玻璃体视网膜病变”的研究获得北京市科技进步二等奖。“北京地区孔源性视网膜脱离的流行病学调查”获得2006年教育部高等学校科技进步一等奖。为表彰她在眼科继续教育工作上所做的贡献，2007年国际眼科理事会颁发给她最佳教师“金苹果奖”，同年获得了北京市“名师奖”，2008年“早产儿视网膜病变的防治”的研究获教育部科技进步二等奖，2009年获宋庆龄儿童医学奖，2012年“视网膜血管性疾病研究”获教育部科技进步一等奖。

2004年以来一直任《中华眼科杂志》和《中华眼底病杂志》副主编，*Grafe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*杂志编委，2011年接任《中华眼底病杂志》主编，《眼科大查房杂志》主编，2006年任亚太玻璃体视网膜协会副主席，2010年进入亚太眼科学会理事会和国际眼科学会理事会，2012年选为国际眼科科学院院士，2013年任亚太玻璃体视网膜协会主席。



黎晓新

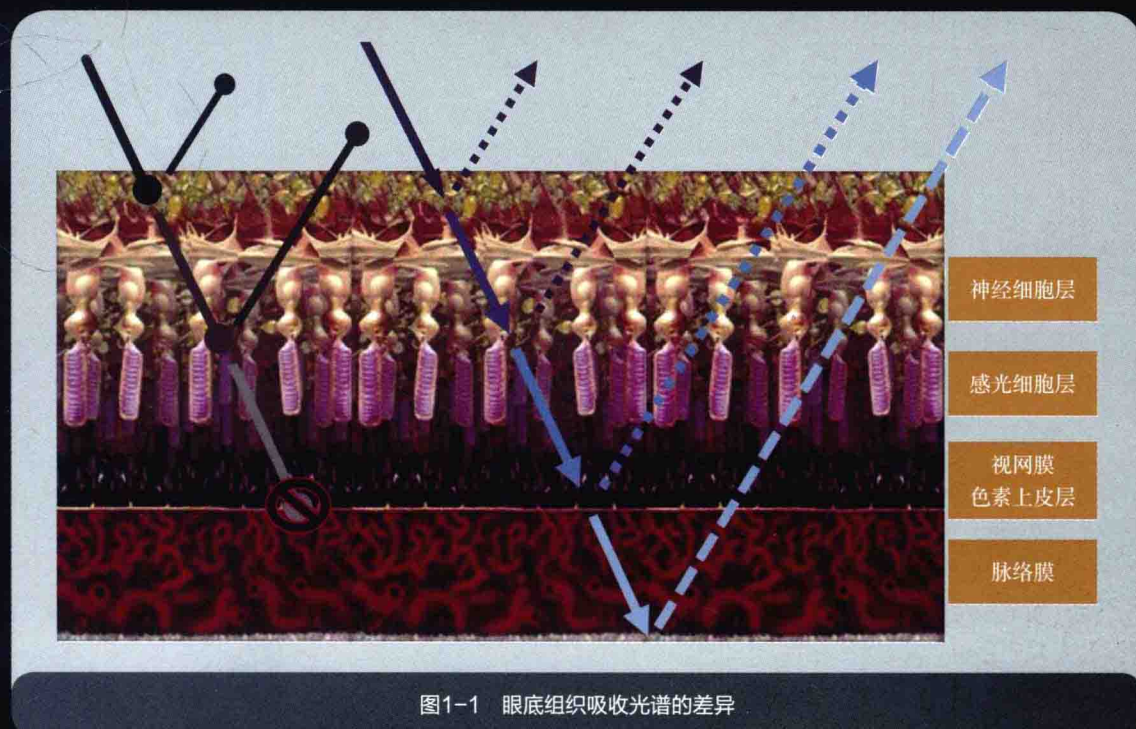
女，北京大学人民医院眼科主任，教授、主任医师、博士生导师。

目录

1	多光谱眼底成像系统原理	/1
2	正常眼的多光谱成像特点和观测参数	/11
3	高血压、动脉硬化和血管阻塞	/17
4	糖尿病视网膜病变的筛查	/32
5	老年黄斑变性的筛查	/38
6	葡萄膜渗漏综合征	/48
7	自身免疫相关性视网膜病变	/51
8	视网膜营养障碍性疾病	/58
9	Stargardt 病	/64
10	黄斑交界区疾病	/68
11	Coats病	/78
12	家族渗出性玻璃体视网膜病变	/80
13	视神经乳头水肿	/83
14	囊性黄斑水肿	/87
15	中心性脉络膜视网膜病变	/90
	索引	/94

1 多光谱眼底 成像系统原理

多光谱成像仪是利用多个单色LED光源分别投射入眼底不同深度（包含RPE层及脉络膜）（图1-1）的组织，利用不同组织吸收光谱的差异，将眼底不同深度的单色光反射图像进行采集，形成单色光谱图像。图像以EnFace的形式显现，EnFace是冠状面图像，相当于我们观察眼底的图像。此种检查方式无创，可以替代荧光血管造影对部分疾病诊断检查，而且与矢状面的频域OCT互补，是诊断视网膜和脉络膜疾病新的无创检查手段，也可作为筛查眼底多种疾病的简便易行的方法。



1.1 成像原理

多光谱成像仪利用不同的LED光源，将一系列非连续的单色光投射入眼，通过光反射通路，反射后的光线直接进入多光谱照相机，光线被采集并做处理，图像信息被储存到电脑，然后利用软件对多光谱图像进行查看和分析（图1-2）。

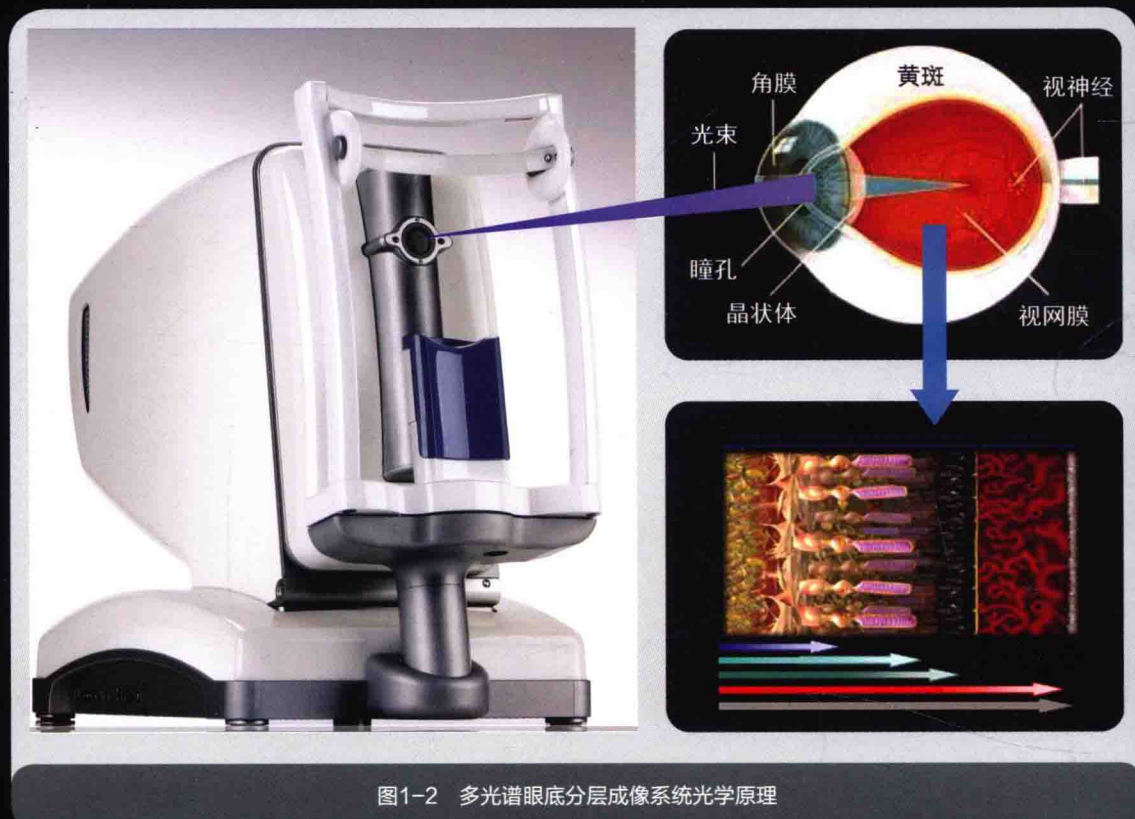


图1-2 多光谱眼底分层成像系统光学原理

不同波长的光在眼内组织穿透性和视网膜色素上皮的吸收性是不同的。波长400~950nm的光在眼内的穿透性可达95%。色素上皮和脉络膜对波长为450~630nm的光的吸收率可达70%，随着光波长的增加，吸收率很快下降^[1]。眼内不同物质对光的吸收是不同的，视黄醛是视锥细胞的感光色素，对波长480nm以下的光有较高的吸收峰，RPE及脉络膜富含黑色素，对波长660~750nm的光有较高的吸收峰。此外，还有一个重要的生物学效应，红细胞内血红蛋白对不同波长的光有不同吸收特性^[2]。图1-3代表了不同波长对不同物质的吸收曲线。正是因为眼内的视网膜色素上皮、脉络膜基质、脉络膜色素、叶黄素和血红蛋白等会吸收特定波长的光，含有这些物质的组织结构就会比其他组织结构更容易识别。

我们熟知多波长激光治疗视网膜脉络膜疾病的原理是利用视网膜脉络膜对不同波长的激光吸收特性不一样，不同组织吸收不同波长的激光，产生光凝固效应，从而治疗眼底疾病。绿色激光约57%被RPE吸收，47%被脉络膜吸收，黄色激光被RPE和脉络膜吸收各占50%，红色激光随波长的增加被脉络膜吸收逐渐增加^[1]，如图1-4所示。多光谱成像原理类似于多波长激光的组织吸收特性，不同的是多光谱成像利用的是LED光源，对视网膜脉络膜没有热凝固效应。不同波长的光投射后，被吸收程度不同，在视网膜及深层视网膜上所产生的反射也不尽相同。同时，不

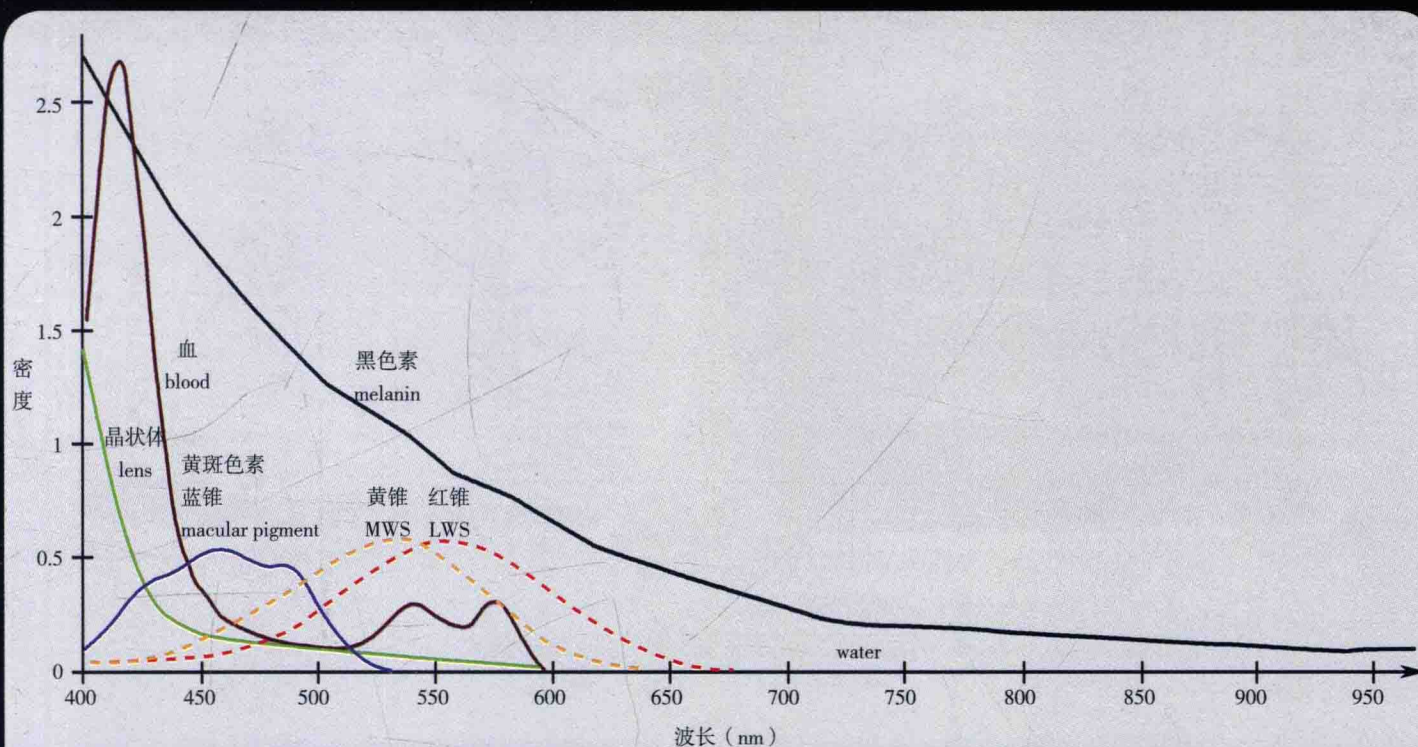


图1-3 (Van de Kraats J) 眼内不同物质对不同光谱的吸收曲线, 光谱大于670nm时, 主要吸收物质是黑色素, RPE及脉络膜富含黑色素, 因此, 红色标注部分代表此区间是观测深层视网膜脉络膜的重要窗口

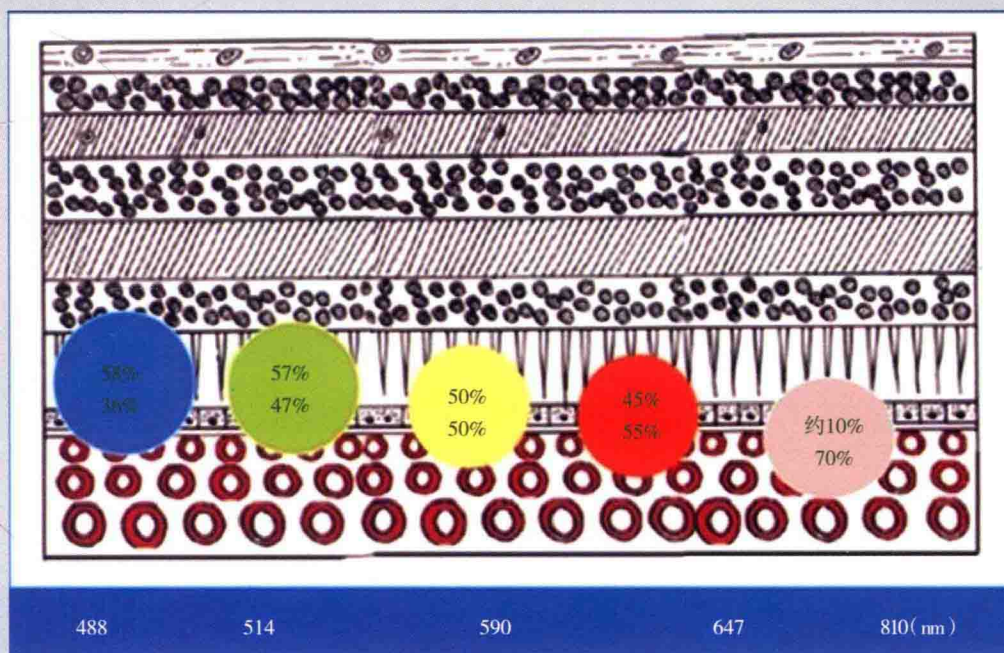


图1-4 不同波长的激光达到视网膜和脉络膜的位置, 以及分别被视网膜色素上皮和脉络膜组织吸收的比例

同层次的视网膜和脉络膜、不同组织及细胞类型所含的色素成分及含量也是不一样的。因此，不同波长的单色LED光源投射至眼底组织，在不同深度上产生了不同的反射，被图像采集系统记录后，形成不同层次的眼底图像。

多光谱成像仪包含了550nm（绿光），580nm（黄光），590nm（琥珀光），620nm、660nm、690nm、740nm（4种红光），760nm、810nm、850nm（3种红外光），580nm和590nm组合光源形成的光谱视网膜血管成像，760nm和810nm 组成的光谱脉络膜血管成像，还有立体成像（660nm从不同角度拍两次生成）。

图1-5A、图1-5B示眼科现有光学设备从荧光素眼底血管造影术（fluorescein fundus angiography，FFA）、吲哚青绿血管造影术（indocyanine green，ICG）、自发荧光（autofluorescence，AF），红外和无赤光的特定波长与多光谱的比较。

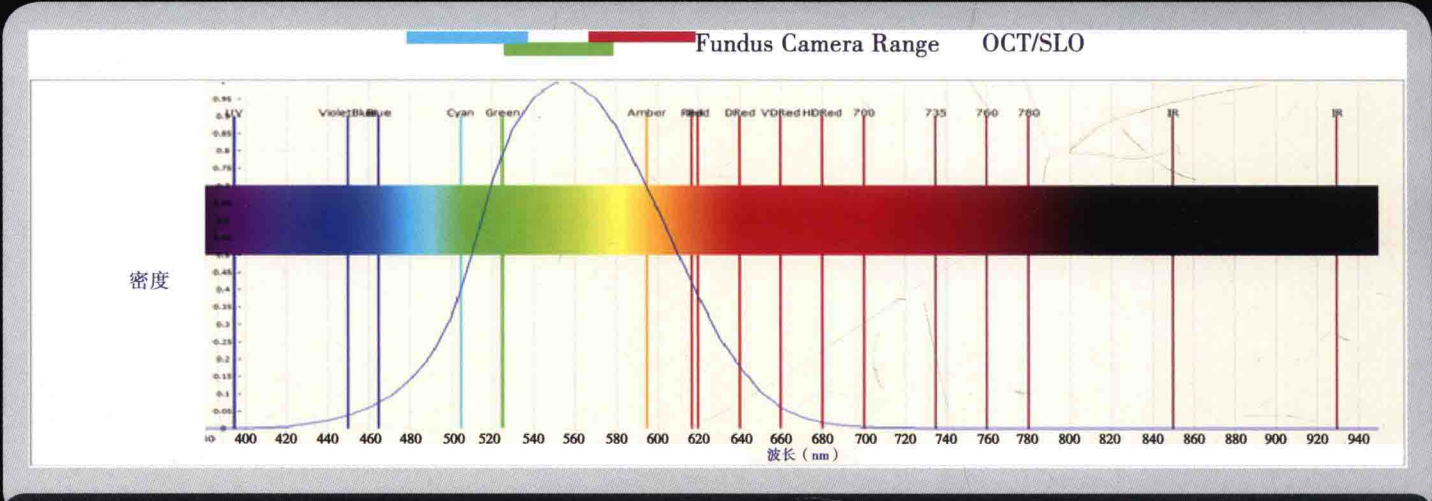


图1-5A 多色光谱在眼内组织的图像，光谱范围从550~850nm，对比普通眼底照相机和OCT

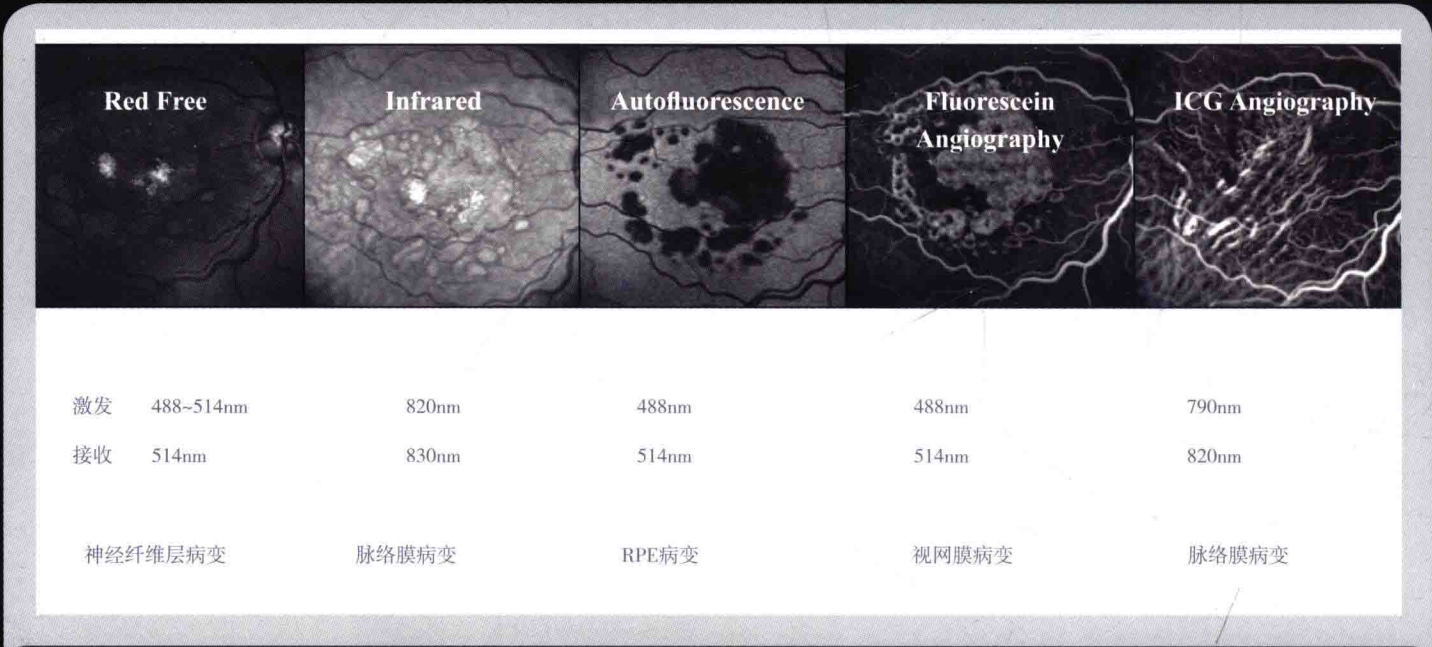
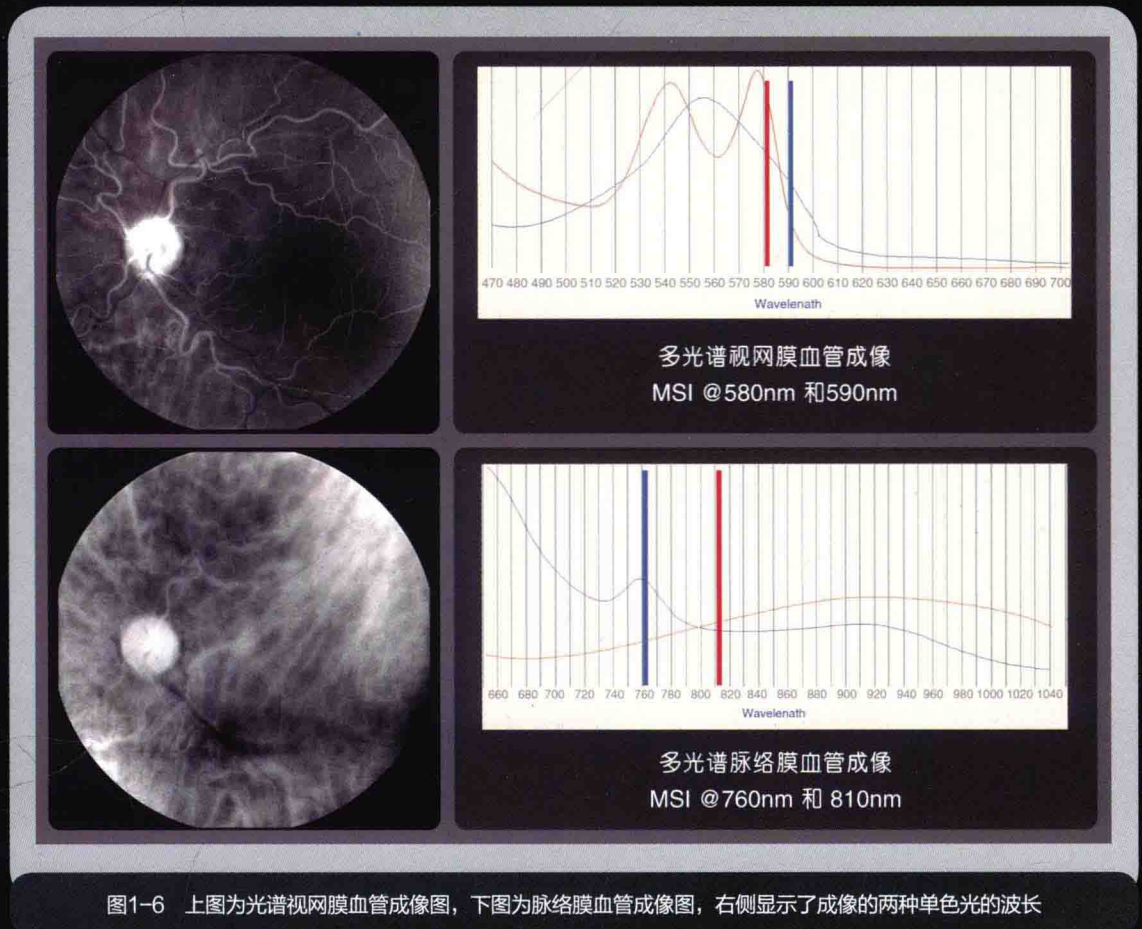


图1-5B 眼科现有影像设备的激发光和照相机接收的范围

组合光谱所形成的光谱视网膜血管图及光谱脉络膜血管图是利用含氧血红蛋白及去氧血红蛋白对不同光谱的吸收不同,视网膜血管地图中含氧血红蛋白(动脉)在波长580nm时,出现吸收峰值,此时较脱氧血红蛋白(静脉)有明显优势;而波长590nm时,去氧血红蛋白相对含氧血红蛋白有明显优势。两张图的组合即形成光谱视网膜血管成像。同理,脉络膜血管中含氧血红蛋白在波长760nm时有明显优势,脱氧血红蛋白在波长810nm时有明显优势,两张图的组合即形成光谱脉络膜血管成像,见图1-6。它不能替代荧光血管造影或脉络膜血管造影,不能显示造影物质进入眼内的动态过程,如病变血管的渗漏,但是能够看到血管的轮廓。



我们由多光谱的成像原理可以推论出绿光(550nm)主要显示浅层视网膜交界区的结构,用于观察视网膜前膜、视网膜神经层、玻璃体视网膜的牵引、视网膜皱褶、囊样变性及黄斑裂孔等。黄光(580nm)、琥珀光(590nm)、红光谱(620~740nm)主要显示中层和深层视网膜结构及视网膜色素上皮层(RPE),可用于观察深层出血、渗出及玻璃膜疣、新生血管等病变,如糖尿病视网膜病变等。深红光、红外光显示的是深层视网膜、RPE层和脉络膜的结构,用于观察视网膜色素紊乱、RPE层、老年黄斑变性的脉络膜新生血管膜、黄斑盘状瘢痕、色素痣、脉络膜黑色素瘤等病变。

多光谱成像检查是利用光学成像原理,对视网膜及脉络膜不同层成像以发现异常,检查过程快速、便捷、无创,有助于更早发现病变并进一步判断。适用于筛查视网膜和脉络膜最早的病变。

1.2 照相要点和读片误差

1.2.1 准确聚焦

光的成像与光的距离有关，相片的质量取决于照相时是否准确对焦。照相时要确定以视神经乳头对焦还是黄斑对焦，通常筛查黄斑病时以黄斑聚焦，筛查青光眼时可以聚焦在视神经乳头上。由于成像质量对聚焦的要求较严格，屈光间质混浊时会影响多光谱成像的质量。

1.2.2 识别相片的伪迹

见图1-7~图1-10所示。

1.2.3 避免伪迹形成的照相要点

(1) 患者定位

- 坐姿舒适
- 确保眼睛与额托位于同一水平面
- 头部稍微转向左侧（OD）/右侧（OS）
- 前额紧贴额托

(2) 瞳孔设置

- 确保中心白圈位于瞳孔边界内或与瞳孔边界重叠
- 被拍摄者始终注视十字视标

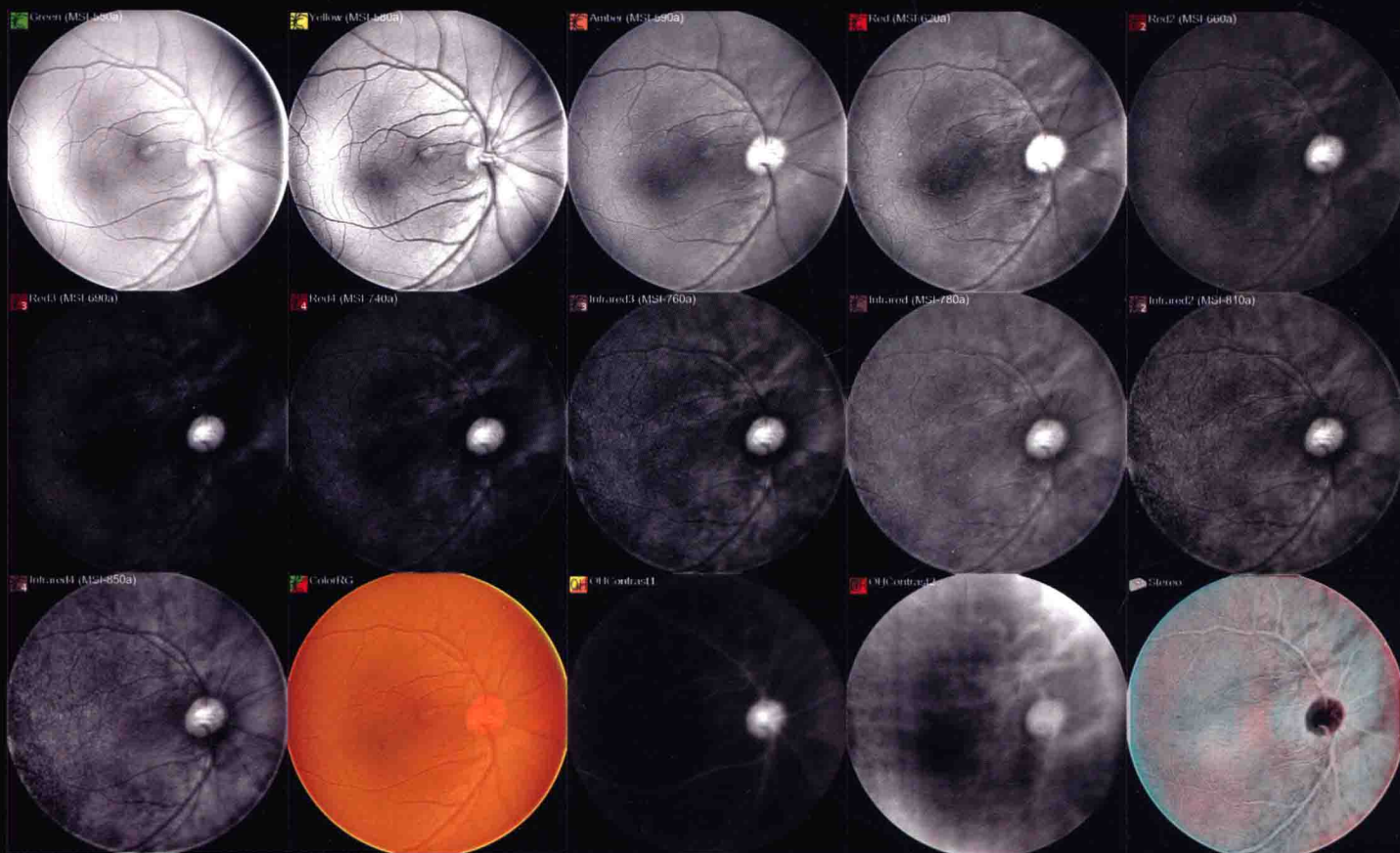


图1-7A 多光谱眼底报告图像（右眼）

自左向右，自上而下分别为550nm、580nm、590nm、620nm、660nm、690nm、740nm、760nm、780nm、810nm、850nm、红绿光组合（620nm+550nm）、黄琥珀光组合（580nm+590nm）、红外光组合（760nm+810nm）和立体图

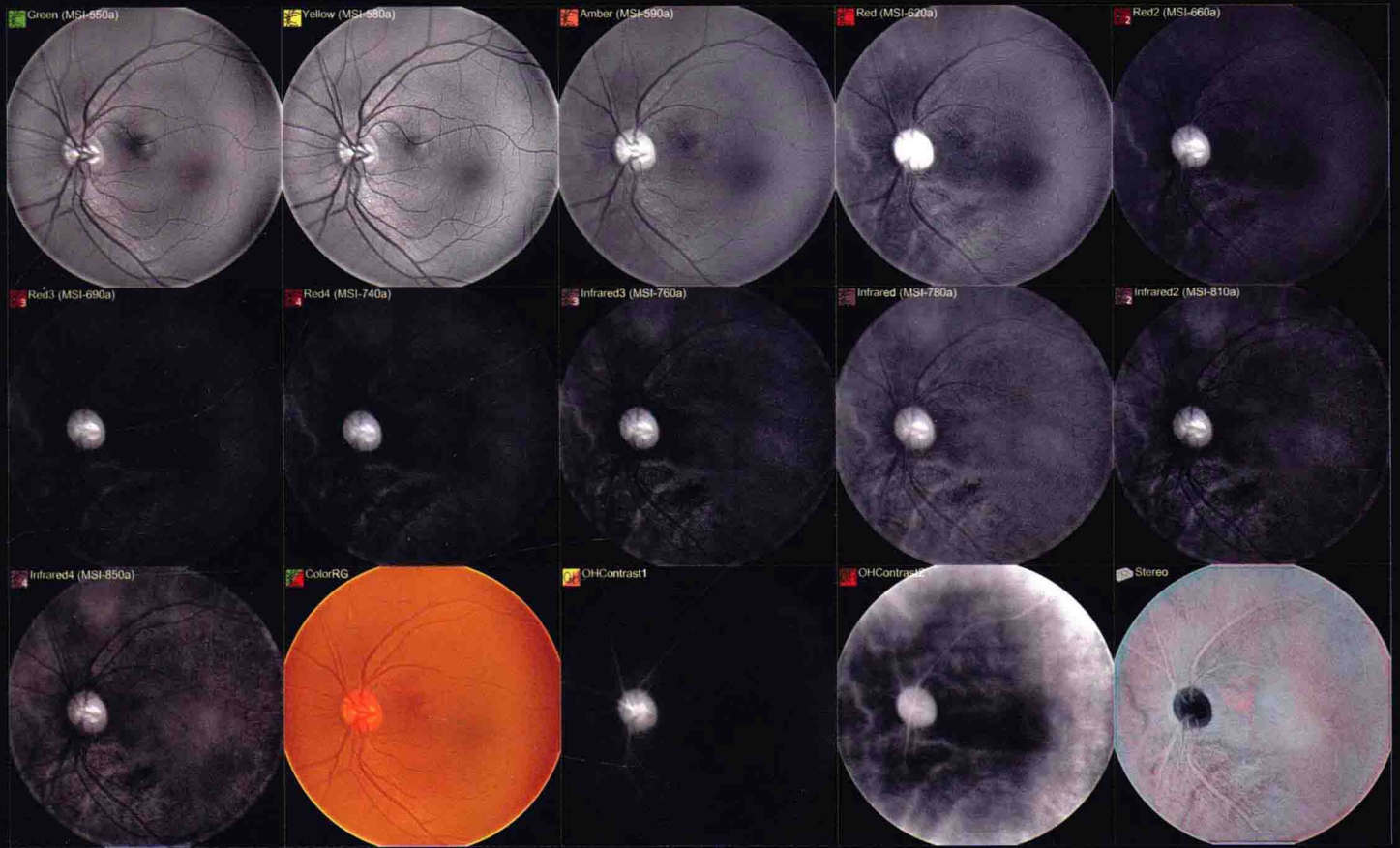


图1-7B 多光谱眼底报告图像（左眼）

自左向右，自上而下分别为550nm、580nm、590nm、620nm、660nm、690nm、740nm、760nm、780nm、810nm、850nm、红绿光组合（620nm+550nm）、黄琥珀光组合（580nm+590nm）、红外光组合（760nm+810nm）和立体图

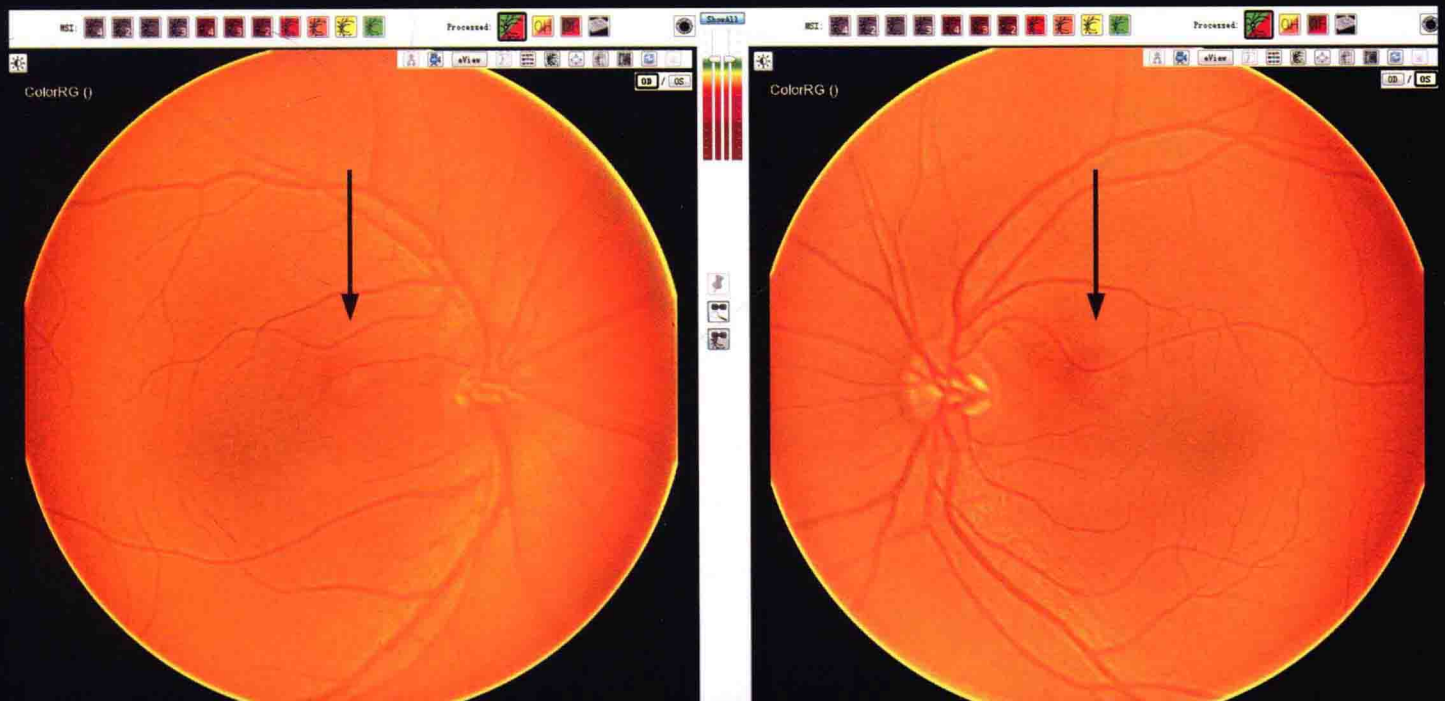


图1-7C 图片为红绿组合光谱像，箭头所示为伪迹

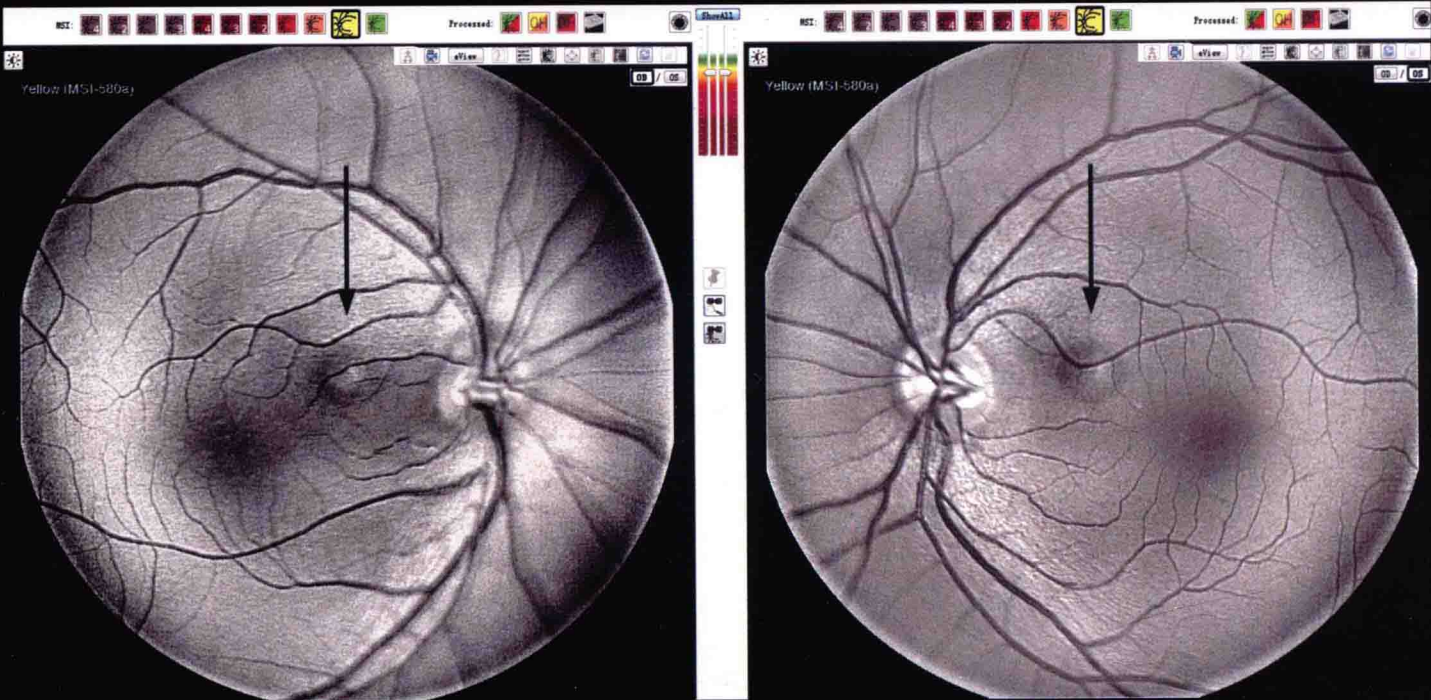


图 1-8 580nm 的单色眼底像，箭头所示为伪迹

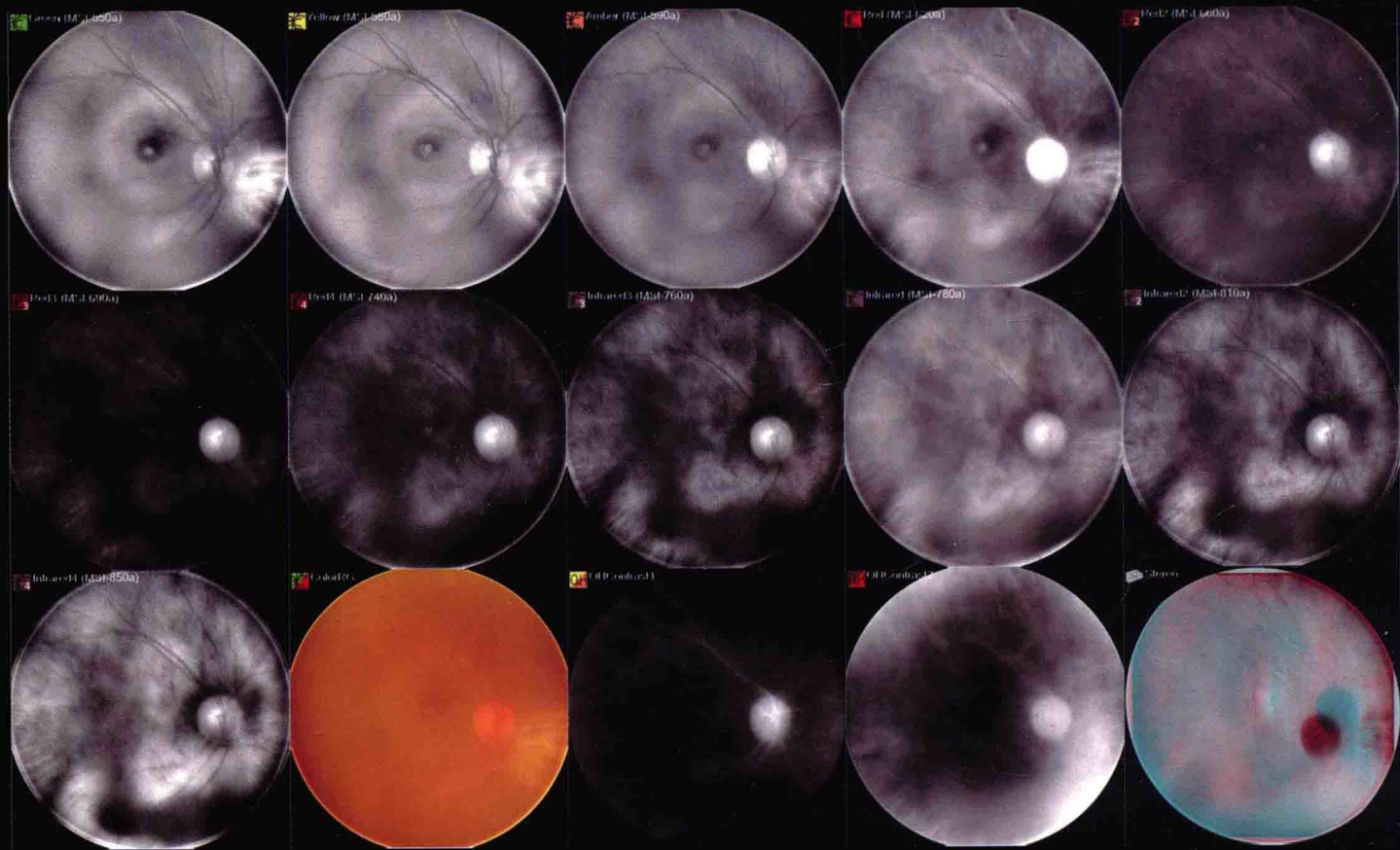


图1-9A 多光谱眼底报告图像（右眼）

自左向右，自上而下分别为550nm、580nm、590nm、620nm、660nm、690nm、740nm、760nm、780nm、810nm、850nm、红绿光组合（620nm+550nm）、黄琥珀光组合（580nm+590nm）、红外光组合（760nm+810nm）和立体图

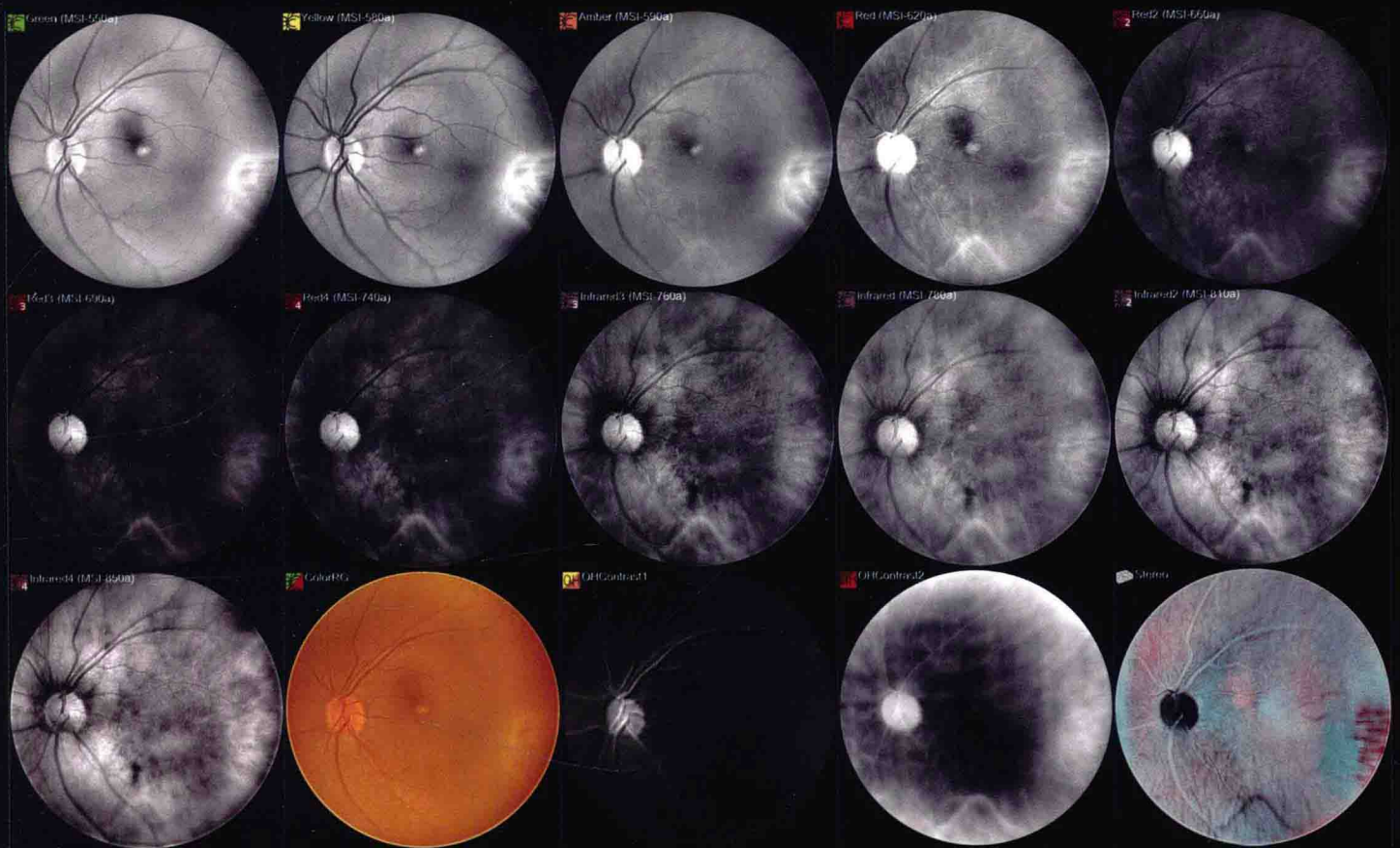


图1-9B 多光谱眼底报告图像（左眼）

自左向右，自上而下分别为550nm、580nm、590nm、620nm、660nm、690nm、740nm、760nm、780nm、810nm、850nm、红绿光组合（620nm+550nm）、黄琥珀光组合（580nm+590nm）、红外光组合（760nm+810nm）和立体图

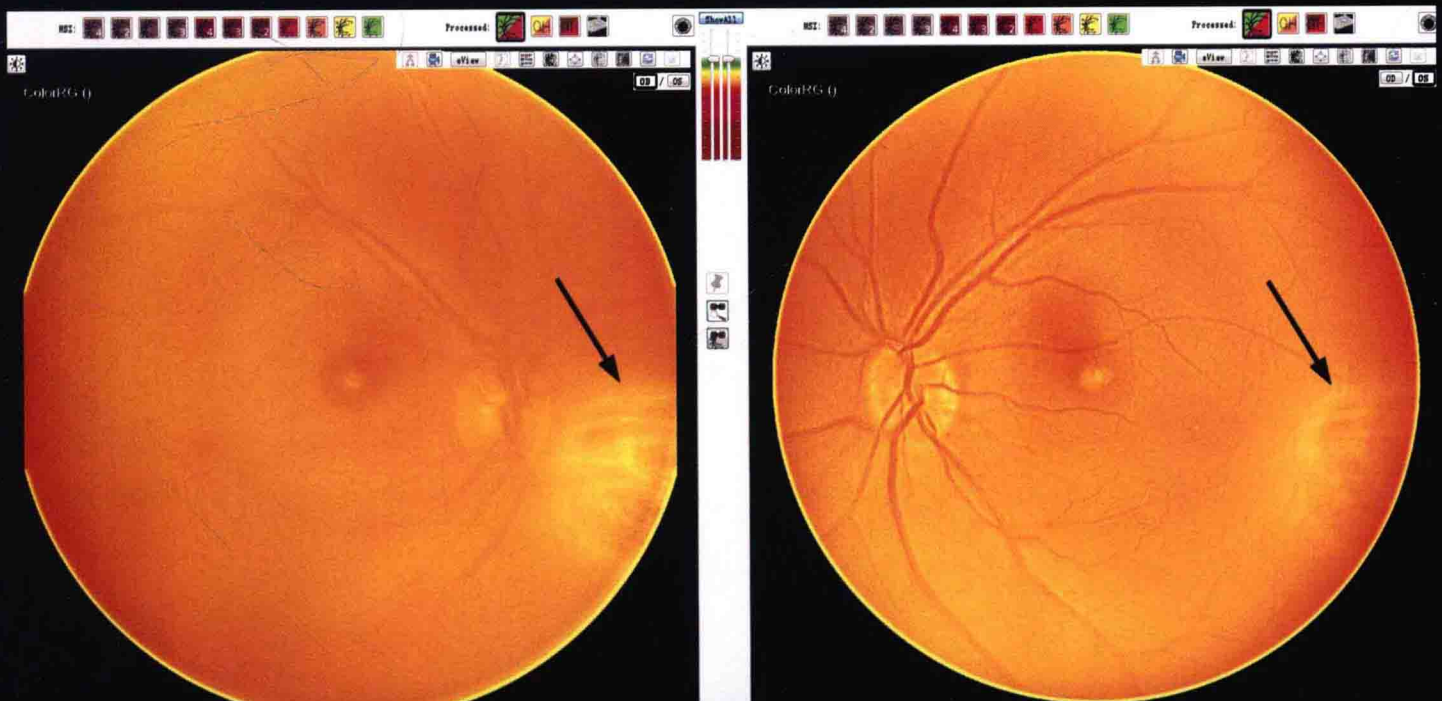


图1-9C 箭头所示为伪迹

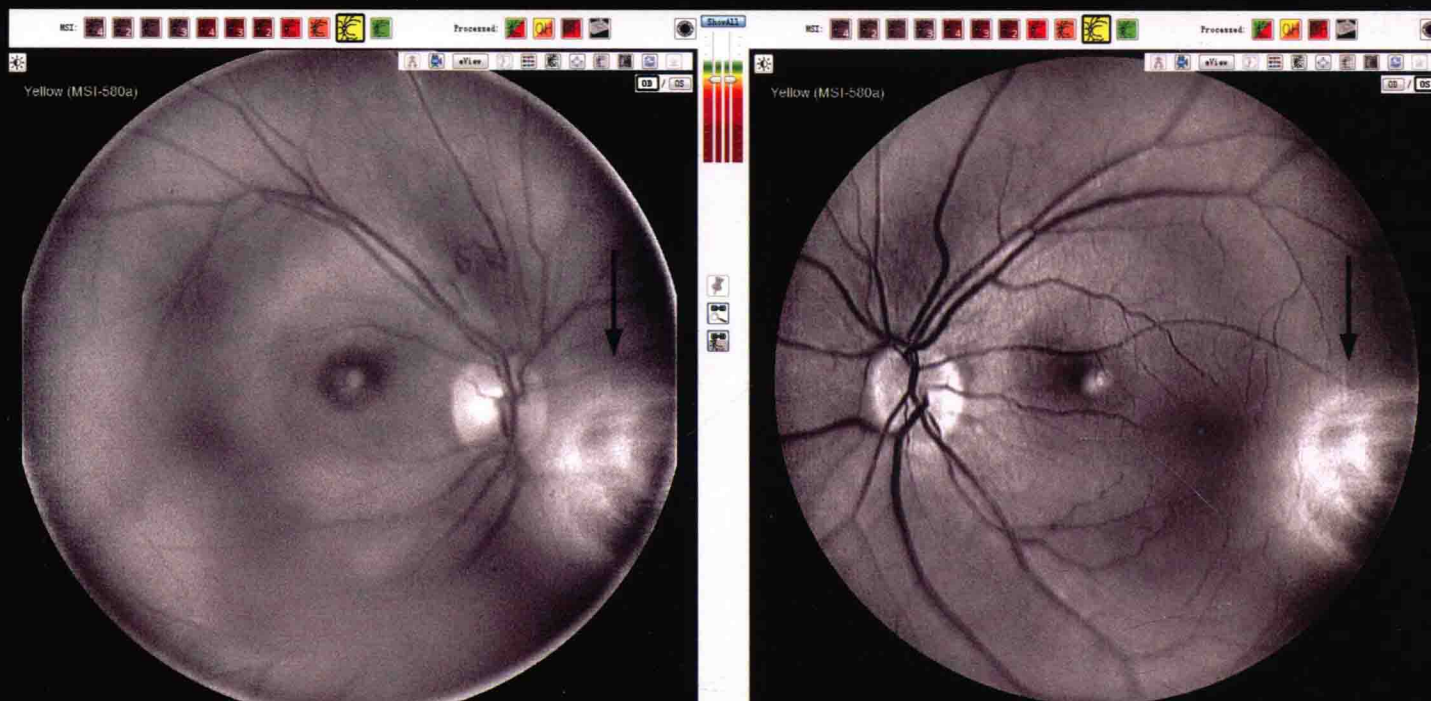


图1-10 箭头所示为伪迹

(3) 光晕/反射设置

- 确保取景器内均为视网膜，周围无光晕，中央无光斑

(4) 聚焦

- 聚焦参照物为视网膜血管
- 一般情况下，以二级血管清晰度作为判断聚焦是否完成的标准

(5) 拍摄

- 拍摄前，建议启动瞳孔自动追踪系统
- 拍摄过程中需关注图像清晰度，如出现模糊，点击鼠标左键标注
- 单纯眼球移动引起的图像模糊，只需选择“Retake”重新拍摄
- 出现光斑或其他异常聚焦情况，需返回“Live View”重新设置

参考文献

- [1] 黎晓新, 廖菊生. 眼底病激光治疗指南. 北京: 人民卫生出版社, 2009, 5.
- [2] Van de Kraats J., Berendschot T.T.J.M., Van Norren D. The pathways of light measured in fundus. Vision Research, 1996, 36 (15): 2229 - 2247.
- [3] Walter J. Geeraets, R. C. Williams, Guy Chan, et al. The relative absorption of thermal energy in retina and choroid. Invest. Ophthalmol, 1962, 1: 340-347.

2

正常眼的多光谱 成像特点和观测参数

正常眼多光谱分层成像一般显示后级部 42° 左右范围。20~60岁年龄组光谱成像的变异较小，眼轴在28mm以上，脉络膜的透见程度增加。认识正常的多光谱像可以帮助我们发现异常的疾病状态。

多光谱的观察分析参数除特定波长或特定光谱代表不同的眼内组织帮助我们认识疾病外，还有透光度，即透见脉络膜的程度，当视网膜变薄或变性后脉络膜的透见度增加。

正常眼的多光谱特点如下：

光谱550nm，此时视网膜血管清晰，视神经乳头血管清晰，但动静脉反光相同（图2-1）。

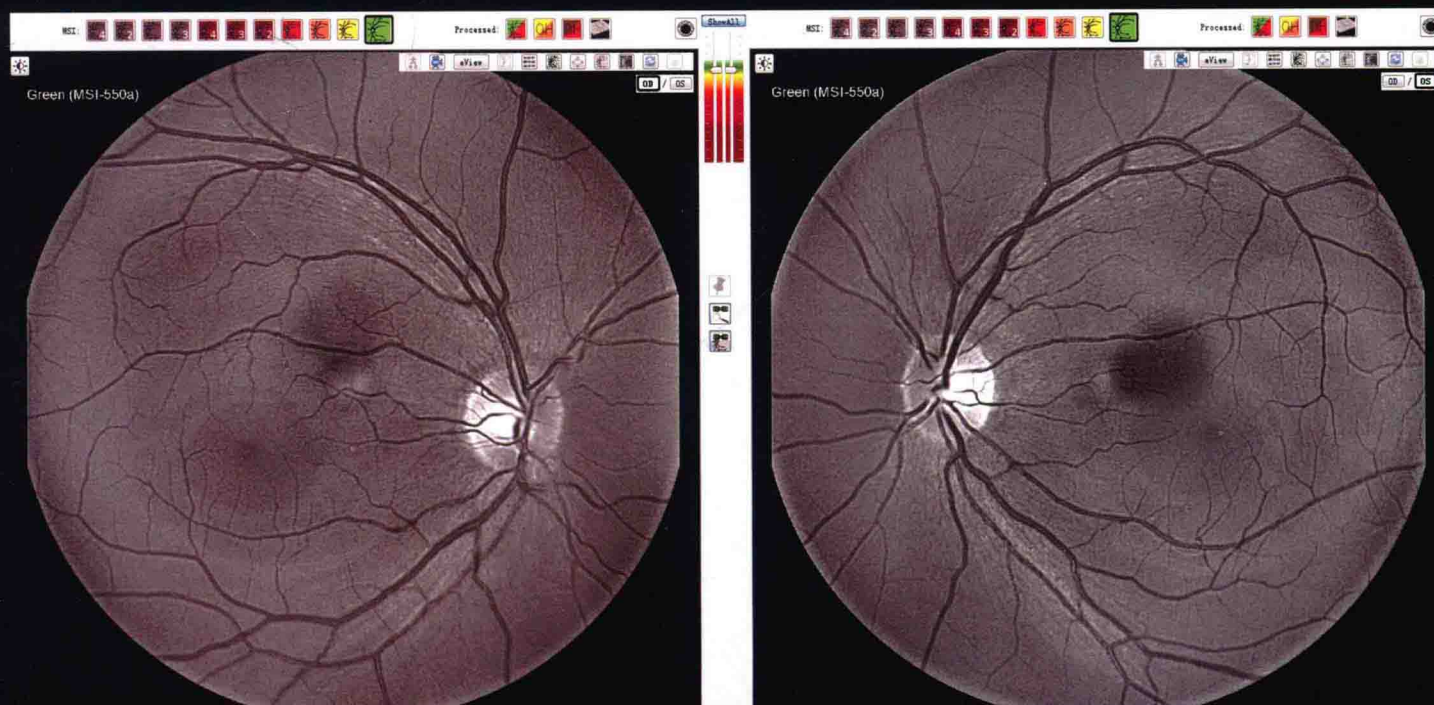


图2-1 光谱550nm眼底像，此时血管清晰，但动静脉反光相同