

同仁眼科手册系列

同仁眼底激光 治疗手册

编著 魏文斌 史雪辉



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

同仁眼科手册系列

同仁眼底激光 治疗手册

编著 魏文斌 史雪辉

编者单位

首都医科大学附属北京同仁医院眼科



人民卫生出版社

PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

同仁眼底激光治疗手册 / 魏文斌, 史雪辉编著. —北京: 人民卫生出版社, 2014

(同仁眼科手册系列)

ISBN 978-7-117-18562-2

I. ①同… II. ①魏…②史… III. ①眼底疾病-激光疗法-手册 IV. ①R773.405-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 002671 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!

同仁眼底激光治疗手册

编 著: 魏文斌 史雪辉

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: 中国农业出版社印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787 × 1092 1/32 印张: 4.5

字 数: 118 千字

版 次: 2014 年 2 月第 1 版 2014 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-18562-2/R · 18563

定 价: 38.00 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)

自 1886 年至今,北京同仁医院眼科已经有 127 年历史。多少代眼科前辈为眼科医学奉献了毕生的心血,也铸就了同仁眼科的知名品牌,在老百姓中留下良好的口碑。目前已经发展为国内最有影响力的眼科之一,国家级重点学科,也是首批国家临床重点专科。每日接诊患者 3 千~4 千人次,2012 年眼科门诊量达 93 万人次,病种也比较复杂,不乏众多的疑难杂症。眼科医护人员近 500 人,还有百余位研究生和来自全国各地的进修医师。因此,临床上更需要有统一的诊疗指南和操作规范,以便保障医疗质量和医疗安全。

激光治疗技术是眼科划时代的里程碑,自 20 世纪 60 年代应用于临床以来,改变了相当多眼底病的预后,已经成为眼底病最基本的治疗技术。但正确熟练地掌握这一技术并非易事,既需要一定的临床积累,有一定的理论知识,也要掌握操作规范和技巧。本手册主要介绍眼底病激光治疗技术基本适应证、操作规范、常见眼底病的激光治疗技术,也包括一些少见疾病的激光治疗,以及激光治疗并发症的防范和处理等。手册简明扼要、重点突出、图文并茂、以图为主、易学好记。便于眼科临床医生和医学生掌握这一技术。

本手册是同仁医院眼科的临床积累,对国内其他医院眼科和眼科医生临床工作中也许也有参考价值,因此,将该手册由人民卫生出版社正式出版发行,在此也对出版社编辑和出版者致以崇高的敬意和谢忱。

临床错综复杂,科学在发展中,认识也在不断深入,

我们的经验也一定存在不足或错误,再加上编写者水平所限,谬误在所难免,恳请读者斧正。

魏文斌 史雪辉

2014年元月

于首都医科大学附属北京同仁医院眼科

第一章 激光的基本概念及物理特性	1
一、激光的概念及原理	1
二、激光的物理特性	1
第二章 眼底病激光治疗的眼组织应用基础	3
一、眼组织结构特点	3
二、激光的眼组织光学特性	3
三、激光的生物学效应	6
第三章 眼底激光器的选择及激光作用方式	8
一、眼底激光器分类	8
二、眼底病激光治疗的基本要素	11
三、眼底病激光热效应光斑反应分级及应用	15
四、眼底病激光治疗方式	16
五、眼底病激光光凝方式	19
第四章 眼底病激光治疗前准备及操作方法	23
一、治疗前准备	23
二、操作方法	25
第五章 眼底病激光治疗并发症及其处理	26
一、光凝治疗并发症及其处理	26
二、TTT 治疗并发症及其处理	27
三、PDT 并发症及其处理	27

第六章	视网膜血管性疾病的激光治疗	28
一、	糖尿病性视网膜病变	28
二、	视网膜静脉阻塞	37
三、	视网膜大动脉瘤	52
第七章	视网膜血管炎性疾病的激光治疗	57
一、	视网膜血管炎	57
二、	急性视网膜坏死综合征	61
第八章	视网膜格子样变性、裂孔及局限性 浅脱离的激光治疗	66
一、	视网膜格子样变性及裂孔	66
二、	局限性视网膜脱离	68
三、	黄斑裂孔	70
第九章	先天性眼底疾病的激光治疗	73
一、	Coats 病	73
二、	家族性渗出性玻璃体视网膜病变	77
第十章	黄斑疾病的激光治疗	80
一、	中心性浆液性脉络膜视网膜病变	80
二、	脉络膜新生血管	88
三、	特发性息肉状脉络膜血管病变	93
第十一章	视网膜及脉络膜 肿瘤的激光治疗	98
一、	视网膜毛细血管瘤	98
二、	视盘血管瘤	106
三、	脉络膜血管瘤	108
四、	脉络膜黑色素瘤	124
五、	脉络膜骨瘤	132
六、	脉络膜转移癌	135

激光的基本概念及物理特性

一、激光的概念及原理

激光一词是“受激辐射光放大”的简称,源自英文“light amplification by stimulated emission of radiation (Laser)”。1960年,美国 Theodore Maiman 制作出第一台激光器——红宝石激光器;1963年,Campbell 和 Zweng 等首先将激光应用于眼科临床。在眼底病的治疗中,激光应用广泛,并显示出独具的优越性。

激光产生的原理是利用受激辐射原理使光在某些受激发的工作物质中放大、发射。

产生激光的激光器由三部分组成:

(1) 工作物质:产生激光的物质,决定激光波长,以及激光器的分类。

(2) 泵浦源:又名激励源,激励工作物质产生高能量粒子。

(3) 光学谐振腔:实现粒子反转、产生激光的重要结构,影响激光的输出特性。

激光的产生过程为:以光学、电学及其他方法为激励源,对工作物质进行激励,使工作物质中一部分粒子激发到更高级的能量状态中去。当这种高能状态的粒子数大于低能状态的粒子数时,该工作物质就辐射出强度被放大、且与入射光的波位相一致、频率一致、方向一致的光,也就是产生了对某一定波长光辐射的放大作用。

二、激光的物理特性

激光具有几个相互关联的物理特性:具有单色性好,

方向性好,相干性好,能量密度高。

(1) 单色性好:激光工作物质受激辐射,粒子数反转只能发生在几对高、低能电子之间,产生的各个辐射光子频率相同;而且谐振腔具有选频作用,只有特定波长的光才能满足干涉加强的条件,因此产生的激光具有单色性。不同波长的激光具有不同的生物学效应,激光良好的单色性在医学上具有重要的应用价值。

(2) 方向性好:激光输出呈平行束状,具有准直性,方向与激发的光波方向相同,可以行经很远的距离仍然保持小的光斑,很容易在治疗靶点聚集,不波及周围健康组织。

(3) 相干性好:激光受激辐射的光子频率和振动方向相同,位相差保持恒定,因此,激光具有很好的相干性。

(4) 能量密度高:激光能量密度高,极小能量即能发挥治疗作用。临床可根据病变性质调节能量大小,而不致损害治疗部位以外的组织。

激光临床应用比较安全。依据上述激光特性,从临床应用能量分布的角度分析,单色性好就是光能量在频谱上集中,可聚焦成微米级的激光微束,能用于对细胞实行打孔和融合手术等;方向性好就是光能量在空间上集中,临床可用于聚焦成激光刀;能量密度高是指激光产生脉冲波,光能量在时间上集中,极小能量即能起到治疗作用。

眼底病激光治疗的眼组织应用基础

一、眼组织结构特点

(1) 眼球屈光间质透明,具有光穿透性,为眼底病激光治疗提供了先决条件;

(2) 葡萄膜和视网膜色素上皮形成一个暗室,使由瞳孔进入眼内的激光不被干扰,被眼内照射点的不同组织所吸收;

(3) 眼底组织的层次、结构及光吸收特点,则为眼底病激光治疗提供了可行性。

二、激光的眼组织光学特性

(1) 激光的穿透性:眼球的角膜、晶状体和玻璃体是高度透明的,允许光通过而很少吸收,450~1000nm 波长的激光在眼内透明屈光间质的透射率达到 95%。

(2) 光散射:光通过眼内介质时,介质的不同折光指数使光产生不同的散射。角膜、房水、晶状体、玻璃体都存在不同程度的光散射。激光波长越短,散射越多;随年龄增加,眼内介质生理性或病理性混浊,光散射加重。

散射光从直行光束中分离出来,降低了治疗靶点的光强度。因此,治疗中光散射重时,可以提升激光高输出功率,以达到有效的治疗靶点的光能量,但是,增加的散射光被眼内其他组织吸收,增加了非治疗区域的光损伤。更好的方式是采用波长更长、散射更低的激光,如红色波长激光,以增加光穿透性。

(3) 光吸收:生物组织中,水分子、蛋白质以及色素等大分子吸收不同波长的光。眼角膜和晶状体主要由水组

成,主要吸收红外光,蛋白质主要吸收光谱为紫外线,而眼底色素主要吸收光谱为可见光。

眼底病激光治疗时,激光波长的选择同病变部位的色素及其光吸收有关。眼底组织有多种色素。各种色素主要吸收与其对应的特定波长的光,产生的生物学效应与激光能量及靶组织对该波段激光的吸收率有关。眼底的三种主要色素为:

1) 黑色素:主要存在于视网膜色素上皮(RPE)和脉络膜内的黑色素细胞,吸收任何波长可见光。在眼底病激光治疗中,光热效应主要是由RPE及脉络膜黑色素吸收激光能量产生的。RPE和脉络膜在波长450~630nm吸收率可以达到70%。但由绿色至红色随波长增加吸收率下降。

2) 血红蛋白:对400~600nm波长的激光有较高的吸收率,而600nm以上波长的红色和近红外光很少被血红蛋白吸收。利用这一特性,在玻璃体积血及视网膜出血眼底激光治疗中应选择600nm以上的红色波长激光,因其能穿透积血而不被吸收,能够作用到视网膜靶组织;而血管性疾病如视网膜血管瘤,则不适于选择红色激光,因为不被吸收,不能产生热效应。

3) 叶黄素:叶黄素是视锥体细胞的感光色素,主要集中在视网膜内、外丛状层,黄斑部最多,后者对480nm以下波长光有较高的吸收率。因此,黄斑部疾病治疗时选用波长在绿色波长更长的激光对视锥细胞安全性高。

眼底色素与吸收光波长关系见表2-1及图2-1。

表2-1 眼底色素与吸收光波长

	易吸收	不易吸收
黑色素	蓝、绿、黄、红色波长	红外色波长
血色素	蓝、绿、黄色波长	红、红外色波长
叶黄素	蓝、绿色波长	黄、红色波长

眼底病激光治疗时,激光波长的选择同病变的深度层次及其对光的吸收有关。眼底激光吸收部位主要在RPE

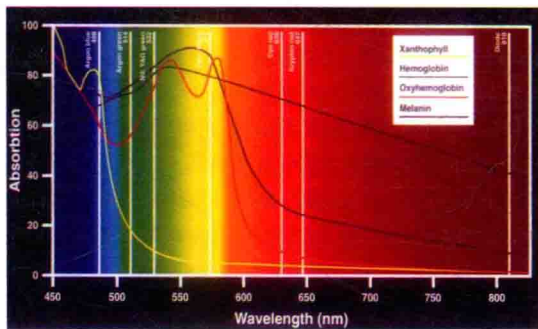


图 2-1 视网膜色素,血红蛋白的吸收曲线

和脉络膜。但不同波长激光在眼底组织各层次的吸收率不同,同时,激光波长愈长,穿透力愈强,在眼底组织作用的部位愈深。450~630nm 光的吸收率能够达到 70% 以上,在此波段内随着波长的增加,RPE 光吸收衰减,脉络膜光吸收率增加。在屈光间质透明状态,绿色波长激光 57% 被 RPE 吸收,47% 被脉络膜吸收;黄色波长激光 50% 被 RPE 吸收,50% 被脉络膜吸收,叶黄醇不吸收;红色波长激光 45% 被 RPE 吸收,55% 被脉络膜吸收,作用可达脉络膜深层(图 2-2)。因此,绿色波长激光是眼底光凝比较

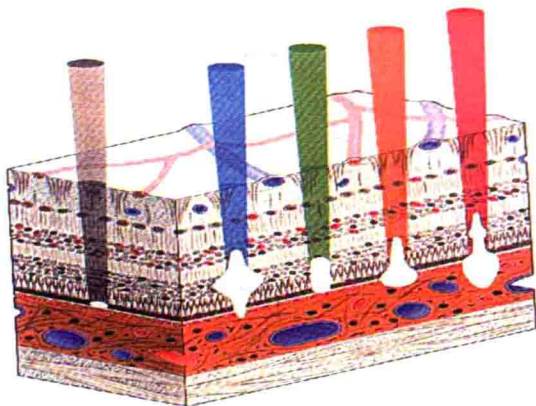


图 2-2 不同波长激光对视网膜脉络膜作用深度图

常用的激光光谱;黄色波长激光可用于视网膜、视网膜下疾病,特别是黄斑部位的疾病;而红色及红外波长激光则为治疗脉络膜疾病的首选激光。

(4) 光毒作用:光毒作用是指光凝固阈值以下的低能量光对视细胞的损伤。这种光毒副作用主要存在于氩蓝-绿激光的应用中,其中波长 488nm 的蓝色激光具有光毒作用,而 514nm 以上波长的激光很少产生光毒作用,主要是热效应损伤。

三、激光的生物学效应

眼底病的激光治疗的基础是激光产生的生物学效应。激光工作方式不同,输出功率不同,受击射的靶组织生物学效应也不同。激光的生物学效应有光热效应、光电离效应及光化学效应。

(1) 光热效应:激光照射后,靶组织吸收激光能量温度升高,进而发生一系列组织学、病理学甚至形态学的改变。热效应具有多种表现形式,取决于组织类型及组织吸收激光能量后所达到的最终温度和时间。

光热效应主要表现以下几种形式:

① 温热效应:激光照射后,靶组织温度升高至 42~60℃,组织内细胞发生变性、凋亡。经瞳孔温热疗法(through pupil thermotherapy, TTT)治疗黄斑部病变(如脉络膜新生血管)的主要机制为温热效应。

② 热凝固效应:激光照射后,靶组织温度升高至 60~100℃,导致细胞变性,蛋白质及其他大分子变性凝固。热凝固效应在眼底病治疗中应用广泛,是眼底病激光治疗的主要机制。

③ 汽化效应:激光照射后,靶组织温度升高至 100~200℃,组织内液态水汽化为蒸汽,形成汽泡或伴随微小爆炸。汽化效应穿透力不大,是激光刀治疗外眼病或其他外科病的主要机制,如氩激光虹膜切除术、CO₂激光治疗表浅皮肤病,以及浅表病变的切割、止血等。

④ 炭化效应:激光照射使靶组织温度升高达到 200~400℃,组织蛋白质变成碳。多用于恶性肿瘤的切除,以减

少操作、并防止肿瘤扩散。

⑤ 气化效应:激光照射使靶组织温度升高达到 1000°C 以上,生物组织由固体直接气化变成气体。

(2) 电离效应:电离效应是指,高能脉冲激光极短的曝光时间内(10^{-9} 秒以内)在焦点部位组织内产生分子或原子电离作用,形成等离子体,其中心部位因高温、高电压而急剧膨胀,形成的冲击波以声波形式扩散,产生的微小爆炸导致靶组织发生物理性裂解,从而达到靶组织的割裂作用。

电离效应导致的组织物理性裂解,是一种机械效应,它不吸收光,不依赖组织色素,局部组织不产生热,故称为冷效应。电离效应的眼科临床应用的代表是Q开关钕钇铝石榴石激光(Q-Nd:YAG激光),常用于虹膜造孔、膜性白内障切开等。

(3) 光化学效应:光化学效应是指基态分子吸收足量的光子能量后上升到电子激发态,又在激发态向基态转化过程中所释放能量,使新的化学键形成或破坏原有化学键的反应。在这一过程中靶组织温度升高不明显(小于 10°C),即在凝固阈值以下的温度升高,但发生分子转换,形成新的分子或释放具有活性的对细胞有毒性的自由基、离子和其他不稳定的产物,并由此产生不同的光化学反应,包括光致异构、光致分解、光致聚合、光致敏化。

光化学效应导致的眼部损伤主要有:日光性黄斑病变、电弧光性黄斑病变、手术显微镜光性黄斑病变等。

光化学效应在眼科临床中的应用主要有:①光切除(photo ablation):如用准分子激光作屈光性角膜切割,用ArF准分子激光断裂组织中碳链和肽链的分子键;②光辐射(photo radiation):如光敏剂血卟啉衍生物在光照条件下产生的光化学反应,即光动力疗法(photodynamic therapy, PDT)。

眼底激光器的选择及激光作用方式

不同的激光器具有不同激光波长和不同的作用方式,可产生不同的生物学效应,达到不同的治疗目的。临床工作中应该结合病变的性质、范围、病变层次及治疗目的选择合适的激光器及治疗方式。

一、眼底激光器分类

目前眼底病治疗常用的激光器有许多种,不同的激光器有不同的波长,不同的作用方式及作用深度。因此也有多种不同的分类方法。

1. 按照工作物质分类 可分为气体激光器、液体激光器、固体激光器和半导体激光器四大类。其中,半导体激光器造价低、体积小、性能稳定,临床比较多用。目前常用激光器有:

(1) 氩离子激光器:受激发后可产生两种波长激光:靛蓝-绿激光;氩绿激光(波长 514nm)。

(2) 氪离子激光器:属于气体激光器。通过光学调谐可产生三种波长:氪绿激光(波长 530nm);氪黄激光(波长 568nm);氪红激光(波长 647nm)。

(3) 染料激光器:属于液体激光器。可激发黄色(560~580nm),黄橙色(580~610nm)和红色(610~640nm)三种光谱激光。

(4) 红宝石固体激光器:波长 694.3nm。

(5) 倍频 Nd:YAG(Fd-Nd:YAG)激光:是由半导体激光激励 Nd:YAG 晶状体后激发出波长为 1064nm 的红外激光,再通过 KTP 晶状体的倍频,产生波长为 532nm 的绿色激光。

(6) 689nm 半导体激光:红色波长激光,穿透力强,目前仅用于动力疗法。

(7) 810nm 半导体激光:为近红外激光器。

2. 按照工作方式分类

(1) 连续波激光:连续波激光是目前眼底病治疗中广泛应用的激光。它不仅输出功率稳定,而且视网膜光凝过程中产生的视网膜光斑反应也稳定,是比较理想的眼底病治疗激光。

(2) 准连续波激光:从微观概念它属脉冲波范畴,从宏观概念它属连续波范畴,所以称之为准连续波激光。准连续波激光脉冲宽度有差异,宽度不同作用不同。当脉冲宽度小于 10^{-5} 秒时,有时会使视网膜光斑反应具有脉冲波激光光斑的性质,即易产生视网膜出血和气泡现象。

(3) 脉冲波激光:脉冲波激光输出功率不稳定,所产生的视网膜光斑反应强度也不稳定,常见并发症为光斑内气泡形成和出血现象,甚至大量出血进入玻璃体内。这种激光器在眼底治疗中已少应用。

3. 按照激光波长分类 不同波长的激光具有不同的特性,作用于视网膜脉络膜层次深度及生物学效应也不同。在激光器的临床应用中,首先选择具有良好的屈光间质穿透性,又能被治疗靶组织良好吸收的波长激光。眼底激光器可根据波长分类,大致分为绿色、黄色、红色及红外激光器。

(1) 绿色波长激光器:主要有氩离子激光器,发射波长 514nm 激光;倍频 Nd:YAG 激光器,发射波长 532nm 激光;氩绿离子激光器,发射波长 530nm 激光。

1) 绿色波长激光特性:

① 吸收特性:可被眼底各种色素组织吸收,含氧血红蛋白吸收率 85%;视网膜色素上皮层(retinal pigment epithelium, RPE)和脉络膜黑色素吸收率 73%;叶黄素吸收很少。

② 穿透性:穿透性弱,不易穿透中度混浊的晶状体及玻璃体。

③ 散射性:易散射,使光能量易衰减。

2) 绿色波长激光应用:绿色波长激光是视网膜光凝治疗较为多用的激光,主要适用于屈光间质透明状态下需要眼底激光治疗的大部分视网膜疾病。

3) 注意事项:可被叶黄素部分吸收从而导致黄斑损伤;眼底有广泛出血时,血红蛋白吸收后可损伤视网膜神经上皮,并可引起增生性改变。

(2) 黄色波长激光器:黄色波长激光器主要有波长 568nm 氦离子激光器和 577nm 半导体激光器。

1) 黄色波长激光特性:

① 吸收特性:黑色素吸收好;易被血红蛋白吸收,用小能量即可封闭微血管瘤;不被黄色素(包括叶黄素)吸收,对黄斑损伤小,可用于黄斑部疾病如新生血管膜,黄斑水肿等的治疗。

② 穿透性:穿透性强于绿光,能穿透混浊的屈光介质(如晶状体混浊),主要作用于 RPE 层和脉络膜毛细血管层;用于黄斑部的激光治疗可有效避免副损伤;血红蛋白吸收好,可直接光凝异常的视网膜脉络膜血管。

③ 散射性:黄色激光光散射小,不易损伤视网膜神经上皮层。

2) 黄色波长激光应用:

① 所有绿色激光所能治疗的眼底病。

② 可用于屈光介质混浊状态下的眼底激光治疗。

③ 特别适合于黄斑部病变的激光治疗,如黄斑水肿、微血管瘤、脉络膜新生血管等。

④ 异常的视网膜脉络膜血管及血管性疾病。注意事项:被玻璃体内积血(血红蛋白)吸收,或视网膜浅层出血吸收,可产生增生性病变。

(3) 红色波长激光器:主要有波长 647nm 氦离子激光器,波长 694nm 红宝石激光器和波长 689nm 半导体激光器。

1) 红色激光特性:

① 吸收特性:较多的被黑色素吸收,但黑色素对红色激光的吸收率较黄色及绿色激光低;较少被叶黄素吸收(7%),可用于治疗黄斑部的视网膜下病变,如黄斑中心凹