

主编 朱平 吴小光

激光与激光医学

J I G U A N G Y U J I G U A N G Y I X U E

(本书)内容全面,论述由浅入深,既有理论又有实践经验,是一部内容丰富而全面的激光医学参考书。…(对)推动我国激光医学的发展,将发挥重要作用。

——杨子彬

- ◆ 激光的基础理论
- ◆ 激光医学基础理论
- ◆ 强激光的临床应用
- ◆ 激光介入和间质内治疗
- ◆ 激光内镜治疗
- ◆ 激光光动力学疗法
- ◆ 弱激光治疗
- ◆ 激光的防护



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

激光与激光医学

JIGUANG YU JIGUANG YIXUE

顾 问 杨子彬 盛 林
主 编 朱 平 吴小光
副主编 章 萍 金昉虹 贾 方
编 委 (以姓氏笔画为序)

王红星 朱 平 刘伟武 刘承宜
李 振 李文志 金昉虹 陈 彤
段西普 贾 方 高尚威 海国军
章 萍



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

激光与激光医学/朱平,吴小光主编. —北京:人民军医出版社,2011.6

ISBN 978-7-5091-4878-5

I. ①激… II. ①朱… ②吴… III. ①激光应用—医学 IV. ①R312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 091735 号

策划编辑:焦健姿 文字编辑:王玉梅 责任审读:伦踪启

出版人:石虹

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市100036信箱188分箱 邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927271

网址:www.pmmp.com.cn

印、装:三河市春园印刷有限公司

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:11.5 彩页4面 字数:285千字

版、印次:2011年6月第1版第1次印刷

印数:0001~6000

定价:33.00元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

造福人类健康
发展激光医学

王大珩
二〇〇八年
五月

中国科学院、中国工程院 院士
中国科协副主席 应用光学专家

王大珩 教授亲笔题词

内容提要

本书由著名激光医学专家朱平和其他教授结合数十年临床经验编写而成,内容包括激光产生的基本原理、激光医学基础理论、激光的生物效应和治疗作用;激光介入治疗、激光内镜治疗、光动力治疗、弱激光治疗等激光疗法在各有关临床科室的具体应用。内容全面,论述由浅入深,既有理论又有实践经验,是一部内容丰富而全面的激光医学参考书,适合广大相关专业人员阅读参考。

序 言

大家知道,激光技术的研制和应用被认为是当代四大科学成果之一(即原子能、半导体、计算机、激光)。1949—1953年,美国物理学家 Lyons 和 Towns 发表了激光是光受激辐射的理论,对激光技术研究起了很大的推动作用。1960年9月,美国物理学家 Maiman 根据光受激辐射的原理,制成世界第一台红宝石激光器。同年伊朗学者 Javan 研制成功了第一台氦-氖激光器。21世纪激光技术的发展方兴未艾,全世界已研制出数千种各类型的激光器(其中包括氦-氖激光器、氩离子激光器、二氧化碳激光器、掺钕激光器、染料激光器、铜蒸气激光器、红宝石激光器、氢激光器、倍频激光器等),并应用到各个领域。

根据辐射波长、功率及对人体组织器官作用不同,激光器大致可分为大功率、中功率、低功率激光器,以及作用在人体无任何伤害的免控激光器。

不同功率的激光照射在皮肤、黏膜、血液上可产生不同的热效应、机械效应、光化学效应、电磁效应等;作用于有关组织上,可产生相应的蛋白变性、组织酶失活,以及其他生理生化效应,达到防治疾病的目的。

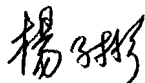
激光单色性好、方向性强、能量高、密度大、发散度小,激光束照射到机体组织时,可产生光热效应、光电磁效应、光化效应等,这些特点使激光在医学基础及临床医疗上,能充分发挥烧灼、凝固气

化、切开、光敏、免疫、针灸、镇痛等多种功能。激光在医学领域里应用最早的是眼科。由于眼球具有特殊的光化学性质,也为激光技术的应用提供了方便条件。近年来,激光医学技术发展很快,可以说在临床各科领域里,都有广泛应用。在现代医学里,已形成了一门新学科——激光医学。激光医学的形成和应用,对推动医学科学的发展,发挥着很大作用。

朱平主任医师是北京同仁医院激光科原主任、中华医学会激光医学分会原常委,有多年从事激光医学研究和应用的经验。以朱平主任为主编的编委会编写的这部参考书,内容包括了激光医学的基础理论,及激光疗法在各有关临床科室的具体应用,内容全面,论述由浅入深,是一部内容丰富而全面的激光医学参考书。它的出版问世,势必对激光医学专业理论和技术的推动、普及激光防病知识、推动我国激光医学的发展,发挥重要的作用。

我作为从事生物医学工程学研究的老科技工作者,看到我的老学友朱平同志,在他的晚年,不辞劳苦,费用大量时光,写出这样一部内容新颖而丰富的激光医学参考书,感到欣慰。这是朱平同志对发展祖国激光医学作出的又一贡献,在此我愿为书作序,推荐这部激光医学参考书,凡从事激光学研究 and 应用的同仁志士们,都值得一读。

国际医学生物工程科学院 院士
协和医科大学基础医学院 教授 博士生导师



2008年3月21日

前 言

从1960年Maiman发明第一台红宝石激光器以来,到目前已有50余年的历史,在此期间激光技术有了飞速的发展,在宇宙太空军事、工业和农业等各个领域均得到广泛的应用。特别在医学方面,激光技术不仅为生命科学开辟了新的研究途径,而且在疾病的临床诊断和治疗上提供了新的手段,在某些临床科室,如眼科、皮肤美容科、理疗科、泌尿科等,激光用于治疗已成为常规手段,如强激光作为激光刀被神经外科、泌尿外科等手术科室所采用;激光技术与各种不同的内镜相结合,形成激光介入治疗法;与光敏药物结合除可对恶性肿瘤的诊断和治疗外,还可对一些难治的良性疾病进行治疗,如鲜红斑痣、类风湿关节炎、黄斑变性、银屑病等;用激光的选择性光热在皮肤美容方面应用,为激光医学又开辟了一条新的治疗领域。

弱激光在临床的应用在我国已开展多年,在激光物理治疗上又有了新的发展,如805nm的低强度半导体激光在医疗上应用非常广泛。目前,绿激光血管内照射和蓝激光血管内照射也正在积极研究中。特别是我国首创并特有的激光血管外照射疗法已能深入普及到家庭进行治疗;我国的传统医学——穴位、经络与激光相结合,从基础到临床的治疗,又取得长足的进步,而且已从我国扩展到俄罗斯、欧洲和北美。近年来,弱激光血液照射疗法得到了迅猛的发展,特别是弱激光桡动脉体表照射疗法,由于其疗效确切、

使用安全、方便等特点,已在医院临床及家庭使用中广泛普及应用。该疗法采用低强度激光经体表照射人体桡动脉,激光能量既能穿透人体的皮肤、肌肉、血管壁等组织,又不伤害人体的组织细胞,不引起机体的任何损伤,治疗“三高”症、心脑血管疾病、糖尿病等疾病具有确切的疗效。

1981年,世界卫生组织已把激光医学列为正式学科之一,但我国激光医学的研究还十分薄弱,尚缺乏全面的、完整的资料积累及客观的对比实验,尚需进一步的努力!

本书对激光医学进行重点介绍,以供广大医务人员参考,希望能为推动我国激光医学的进一步发展贡献一点微薄的力量,使激光医学能为更多的患者造福!

编 者

2011年2月

目 录

第 1 章 激光的基础理论	(1)
第一节 激光的发光机制	(1)
一、原子的发光机制	(1)
二、激光的发光机制	(3)
第二节 激光的特性及其计量	(9)
一、激光的特性	(9)
二、激光的计量	(15)
第三节 医用激光器械的应用与发展	(18)
一、激光器的分类	(18)
二、常用医用激光器及其特点	(19)
三、激光器的导光系统	(23)
第 2 章 激光医学基础理论	(28)
第一节 激光治疗的作用机制	(28)
一、激光的生物效应	(28)
二、激光的生物作用	(28)
三、强激光和弱激光	(29)
四、影响激光生物效应的主要因素	(30)
第二节 激光生物作用的五种效应	(38)
一、激光的热效应	(38)
二、激光的光化效应	(42)
三、激光的压强效应	(45)
四、激光的强电磁场效应	(46)

· 2 · ◇ 激光与激光医学

五、弱激光的生物刺激效应	(48)
第3章 强激光的临床应用	(57)
第一节 强激光治疗的理论基础	(57)
一、激光手术治疗的特点	(57)
二、激光手术的基本方法	(58)
三、激光手术的适用范围	(59)
四、激光手术的基本原理	(60)
五、激光手术的注意事项	(61)
第二节 强激光的临床应用	(61)
一、强激光在外科的应用	(61)
二、强激光在眼科的应用	(73)
三、强激光在耳鼻咽喉科的应用	(96)
四、强激光在口腔科的应用	(103)
五、激光在皮肤科和美容方面的应用	(106)
六、激光在妇科的应用	(152)
第4章 激光介入和间质内治疗	(157)
第一节 激光介入和间质内治疗概况	(157)
一、什么叫介入治疗	(157)
二、激光介入和组织间照射治疗	(159)
三、激光介入和组织间照射是常规治疗的补充或替代 ..	(160)
第二节 激光介入和组织间照射的临床治疗	(161)
一、激光介入治疗在心血管疾病中的临床应用	(161)
二、经皮内镜激光介入临床治疗(非自然腔道) ..	(168)
三、激光组织间照射的临床应用	(175)
第5章 激光内镜治疗	(180)
第一节 激光内镜的应用基础	(180)
一、常用内镜	(180)
二、激光内镜治疗的使用范围	(183)
三、内镜激光手术的注意事项	(184)

四、内镜激光手术的并发症及处理方法	(184)
第二节 激光内镜的临床应用	(185)
一、消化道疾病的内镜治疗	(185)
二、支气管疾病的内镜治疗	(188)
三、胆道及十二指肠疾病的内镜治疗	(189)
四、泌尿系统疾病的内镜治疗	(190)
五、鼻腔疾病的内镜治疗	(192)
六、咽喉疾病的内镜治疗	(192)
第 6 章 激光光动力学疗法	(195)
第一节 概述	(195)
一、光动力学疗法的定义	(195)
二、光动力学治疗的发展史	(196)
三、激光光动力学疗法的优点和并发症	(198)
四、光动力学一般治疗方法	(200)
第二节 激光光动力学疗法的四要素	(201)
一、光动力学疗法中的激光器	(201)
二、光敏剂	(202)
三、基质	(204)
四、分子氧	(205)
第三节 光动力学治疗机制	(205)
第四节 激光光动力学疗法的临床应用	(208)
一、光动力学疗法在头颈外科的应用	(208)
二、光动力学疗法在消化科的应用	(210)
三、光动力学疗法在胸外科的应用	(215)
四、光动力学疗法在皮肤科的应用	(218)
五、光动力学疗法在泌尿科的应用	(222)
六、光动力学疗法在眼科的应用	(224)
七、光动力学疗法在妇产科的应用——卵巢癌	(224)
八、光动力学疗法在心血管疾病中的应用	(225)

• 4 • ◇ 激光与激光医学

九、光动力学治疗脑肿瘤	(226)
十、光动力学疗法用于骨髓移植净化	(227)
第7章 弱激光治疗	(228)
第一节 弱激光治疗的基础理论	(228)
一、光生物调节作用	(230)
二、倒易规则不成立	(234)
三、双向调节作用	(235)
四、信号转导作用	(236)
五、对基因表达的调节作用	(239)
六、非共振作用	(239)
第二节 弱激光的治疗方法	(240)
一、血管内低强度激光照射疗法	(241)
二、激光针灸	(244)
三、弱激光血液照射疗法	(250)
四、弱激光局部照射疗法	(259)
五、弱激光治疗的安全性研究	(264)
第三节 弱激光的临床应用	(264)
一、弱激光在内科的应用	(264)
二、弱激光在神经科的应用	(273)
三、弱激光在小儿科的应用	(278)
四、弱激光戒烟	(282)
五、弱激光在外科的应用	(284)
六、弱激光在皮肤科的应用	(291)
七、弱激光在妇科的应用	(296)
八、弱激光在眼科的应用	(301)
九、弱激光在耳鼻咽喉科的应用	(302)
十、弱激光在口腔科的应用	(305)

第 8 章 激光的防护	(308)
第一节 激光对机体的损伤及阈值	(308)
一、激光对眼的损伤及阈值	(309)
二、激光对皮肤的损伤	(313)
三、激光对神经的损伤	(317)
第二节 激光器危害程度分级	(317)
第三节 激光的安全防护	(320)
一、激光防护安全标准	(320)
二、激光安全管理措施	(320)
三、激光防护眼镜	(323)
附录 十四经穴中激光治疗常用穴位	(328)

第 1 章 激光的基础理论

第一节 激光的发光机制

激光和普通光源(如太阳、白炽灯等)所发出的光在本质上没有什么差别。但激光却有着普通光无法具有的特性。它是一种亮度高、单色性和方向性极好的相干光束。这些特性是由激光的发光微观机制和激光器的特殊结构所决定的。为便于理解,本章首先介绍一下光的本性——波粒二象性,然后着重讨论激光的发光机制。

一、原子的发光机制

(一)光的本性

光是一种重要的自然现象。在研究激光对生物组织的作用规律前首先要弄清光的本质。近代科学实践证明,光是一个十分复杂的客体,对于它的本性问题,只能用它所表现的性质和规律来回答。从光的传播、反射、折射、衍射、干涉、偏振等现象来看,光具有电磁波的特性;然而光在发射和吸收的过程中却有类似经典粒子的特性,即光本身只能一份一份地发射、一份一份地接收,也就是说发射和吸收的能量都是光的某一最小能量的整倍数,这

一最小的一份能量为光量子,简称光子。

$$\epsilon = h\nu \quad (\text{公式 1-1})$$

式中的 h 为普朗克常数, ν 为该光波的频率。光又是由光子组成的。可见,光的某些方面的行为具有波动性,另一些方面的行为具有粒子性,这就是所谓“光的波粒二象性”,公式 1-1 也可以说明这一点。

(二)原子的能级

构成物质的最小粒子是原子,它是由带正电的原子核和绕核运动的电子所组成。根据玻尔理论:电子绕核运动的轨道是不连续的,因此,原子的能量也是一系列不连续的值。我们用能级 (energy level) 来代表原子应具有的大小不同的能量数值(或能量状态)。能级还可形象地用图表示,通常是画出高低不等的一条条水平线来表示它们,这样的图称为能级图(图 1-1),其最低能级为 E_1 (这里假定 E_1 的能量为零),表示原子处于最低能量状态(又称为基态, ground state),其余能级 E_2, E_3, \dots 等都是高能级,称为激发态 (excited state)。

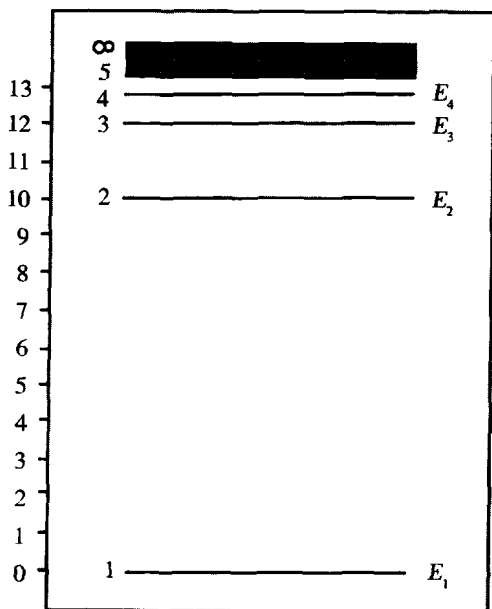


图 1-1 氢原子能级图

根据能量最小原理:原子处于基态时,电子离核最近,原子能量最小,故最稳定;而处于激发态时,电子离核较远,原子能量较大,故不稳定。能级越高,能量越大,原子越不稳定。

(三)原子的发光机制

处于基态的原子,当受到外界的激发(如其他原子的碰撞、光照等),而获得足够的能量时,它就会从基态跃迁到能量高的激发态。处在激发态的原子是不稳定的(或者说激发态的寿命很短,约为 10^{-8} s),它很快会自发地从高能级向较低能级或基态返回,同时以辐射光子的形式放出能量。若以 E_2 和 E_1 分别代表原子高、低能级的能量,则辐射光子前能量 ϵ 和频率 ν_{21} 分别由下式决定。

$$\epsilon = E_1 - E_2 = h\nu_{21} \quad (\text{公式 1-2})$$

$$\nu_{21} = \frac{E_1 - E_2}{h} \quad (\text{公式 1-3})$$

式中 h 为普郎克常数, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ 焦耳·秒(J·s)。

当然,一个处于激发态的原子,在某一时刻只能发出一个光子,而对于由大量原子组成的物质来说,由于每个原子所处的激发态不尽相同,所以它们在同一时刻发出的光子能量各不相同,因此,光子的频率(或波长)也各不相同,使得我们在同一时刻观测到的原子光谱并非单一谱线,而是许多条谱线,这就是原子发光机制,也就是普通光源的发光机制。

二、激光的发光机制

激光的发光机制比普通光源发光机制要复杂得多,为此我们必须首先了解以下几个概念。

(一)粒子数按能级分布

在一个由大量粒子(原子、分子或离子)组成的体系中,粒子