

实用激光治疗学

——激光在口腔、耳鼻喉、皮肤科的应用

主编 赵福运

北京医科大学
中国协和医科大学 联合出版社

实用激光治疗学

——激光在口腔、耳鼻喉、皮肤科的应用

主编 赵福运

北京医科大学
中国协和医科大学 联合出版社

(京) 新登字 147 号

图书在版编目 (CIP) 数据

实用激光治疗学：激光在口腔、耳鼻喉、皮肤科的应用
/赵福运主编. - 北京：北京医科大学、中国协和医科大学
联合出版社，1997.10

ISBN 7-81034-744-6

I. 实… II. 赵… III. 激光疗法 IV. R454.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 08580 号

责任编辑：冯晓燕

责任校对：王怀玲

责任印制：张京生

北京医科大学
中国协和医科大学 联合出版社出版发行

(100083 北京学院路 38 号 北京医科大学院内)

泰山新华印刷厂莱芜厂印刷 新华书店经销

※ ※ ※

开本：850×1168 1/32 印张：9.5 字数：246 千字

1997 年 10 月第 1 版 1997 年 10 月第 1 次印刷 印数：1—3000 册

定价：18.00 元

本书由
北京医科大学科学出版基金
资助出版

编者名单

主 编	赵福运	北医大口腔医学院	教授
副主编	吴美娟	北医大口腔医学院	副研究员
	张宝泉	北京协和医院	教授
	朱 平	北京同仁医院	主任医师
	王光超	北医大第一医院	教授
编 者	(以姓氏笔划为序)		
	亓 放	北京协和医院	主治医师
	王直申	北京协和医院	教授
	文莲姬	北京协和医院	主治医师
	冯 云	北京协和医院	住院医师
	刘以诚	北京同仁医院	副研究员
	刘 津	北京同仁医院	主治医师
	师秀珍	北京协和医院	副教授
	李雨琴	北医大口腔医学院	教授
	陈晓巍	北京协和医院	副教授
	林琼光	北医大口腔医学院	教授
	金昉虹	北京同仁医院	副主任医师
	姜 鸿	北京协和医院	主治医师
	张成飞	北医大口腔医学院	主治医师
	张 昕	北京协和医院	住院医师
	张 炎	北京协和医院	副教授
	徐春晓	北京协和医院	主治医师
	高志强	北京协和医院	副教授
	夏新国	邮电总医院	主治医师
	彭培宏	北京协和医院	副教授
	陶家平	北京医科大学	高级工程师
	翟琪瑛	北京外企服务公司	工程师

前 言

激光医学是一门新兴的边缘学科，近几年由于激光科学技术的发展，各种新的激光器研制成功，促进了激光医学技术在临床各科的广泛应用。口腔、耳鼻喉、皮肤科大部分病变位于体表和腔隙中，通过光导纤维的传输，精确照射病变区，对一些疾病的治疗疗效优于常规治疗方法，显示出强大的生命力。本书主要编写人员均来自临床第一线，从事激光医学研究十余年，有扎实的理论基础，积累了大量的临床经验，并参考了国内外资料。在内容上每位作者努力把当今国内外最新动态和治疗技术反映出来。

本书基础与口腔部分由北京医科大学口腔医学院赵福运教授、吴美娟副研究员组织撰写，耳鼻喉科由北京协和医院张宝泉教授组织撰写，皮肤科由北京医科大学第一医院王光超教授撰写，弱激光和激光美容由北京同仁医院朱平教授组织撰写。本书可供口腔科、耳鼻喉科、皮肤科、理疗科和激光医学工作者临床参考应用，也可作为医科大学生或有关专业研究生、进修生的补充读物。

在编写过程中由于时间仓促，作者的业务水平有限，书中难免会有缺点和错误，诚恳希望读者批评指正。

赵福运

1997.4

目 录

第一章 激光及激光器简介	(1)
第一节 激光常识	(1)
一、光的基本知识	(1)
二、产生激光的条件	(2)
三、激光的特点	(2)
第二节 激光器常识	(3)
一、激光器种类	(3)
二、激光器的基本技术参数	(4)
三、光传导系统	(5)
第三节 激光器	(8)
一、激光器发展概况	(8)
二、几种激光器的发光原理、结构、特点	(8)
第四节 激光生物学效应	(16)
一、生物学效应概述	(16)
二、激光生物学效应	(20)
第五节 激光治疗剂量的计算	(22)
一、光斑的测量	(22)
二、功率的测量	(23)
三、功率密度、能量密度的计算	(23)
第六节 激光的安全标准和防护	(25)
一、激光的安全标准	(25)
二、激光的损伤和潜在危害	(26)
三、使用激光附带的危害	(28)
四、个人的安全防护	(28)
第二章 激光在口腔颌面外科的应用	(30)
第一节 激光治疗血管瘤和血管畸形	(30)

一、血管瘤·····	(30)
二、血管畸形·····	(36)
第二节 激光治疗口腔颌面部炎症·····	(48)
一、智齿冠周炎·····	(48)
二、干槽症·····	(49)
三、急性球菌感染性口炎·····	(49)
四、慢性唇炎·····	(50)
五、流行性腮腺炎·····	(50)
第三节 激光治疗口腔粘膜良性病变·····	(51)
一、粘液囊肿·····	(51)
二、口腔粘膜溃疡·····	(52)
三、口腔粘膜白斑·····	(53)
四、口腔扁平苔藓·····	(55)
第四节 激光治疗口腔恶性肿瘤·····	(57)
一、原位癌·····	(57)
二、基底细胞癌·····	(57)
三、疣状癌·····	(58)
四、恶性黑色素瘤·····	(58)
第五节 激光诊断治疗口腔癌·····	(59)
一、概述·····	(59)
二、口腔癌发病因素·····	(60)
三、口腔癌的 TNM 分类及分期·····	(61)
四、口腔癌不同部位的临床特点和治疗·····	(62)
五、激光诊断口腔癌·····	(66)
六、激光治疗口腔癌·····	(68)
第六节 流式细胞术及其应用·····	(87)
一、流式细胞术及其原理·····	(87)
二、流式细胞术在细胞分析中的应用·····	(91)
三、流式细胞的分选原理及应用·····	(97)
四、流式细胞计的数据处理·····	(99)
五、流式细胞术在口腔颌面外科的应用·····	(102)
第三章 激光在牙体牙髓科的应用·····	(109)

第一节 龋病的预防、诊断和治疗	(109)
一、概述	(109)
二、龋病的预防	(109)
三、激光防龋机制简介	(110)
四、龋齿预防和治疗的临床应用	(113)
五、激光在龋齿早期诊断中的应用	(115)
第二节 激光制备窝洞的研究和临床	(116)
一、作用机理	(117)
二、临床应用	(119)
三、Er: YAG 激光治疗特点	(119)
第三节 激光与牙科充填材料的作用	(120)
一、激光切割去除旧充填材料	(120)
二、Ar ⁺ 激光与充填材料的作用	(121)
第四节 激光蚀刻牙釉质和牙本质	(121)
一、CO ₂ 激光	(123)
二、Nd: YAG 激光	(123)
三、Er: YAG 激光	(125)
第五节 牙齿敏感症的激光治疗	(126)
一、常规治疗方法	(126)
二、激光治疗牙齿敏感症的机制	(127)
三、激光治疗牙齿敏感症的临床应用	(129)
四、激光治疗与常规治疗的比较	(132)
第六节 激光在根管治疗中的应用	(133)
一、基础研究	(134)
二、临床应用	(135)
三、激光辅助治疗与常规治疗的比较	(136)
四、激光在根管治疗中的其它作用	(137)
第七节 激光在牙髓病治疗和诊断中的应用	(138)
一、盖髓术	(138)
二、活髓切断术	(138)
三、牙髓活力的判断	(139)
第八节 激光在根尖手术中的应用	(141)

一、常用的根尖手术类型	(141)
二、CO ₂ 激光的研究和应用	(142)
三、Nd:YAG 激光	(143)
四、Er:YAG 激光	(144)
第九节 激光辅助牙齿漂白的临床应用	(144)
第十节 激光在牙周治疗中的应用	(146)
一、研究现状	(146)
二、临床应用	(149)
第十一节 激光在修复科中的应用	(152)
一、激光在修复治疗过程中的应用	(152)
二、激光与修复材料之间的作用	(154)
第四章 激光在耳鼻咽喉科的应用	(157)
第一节 激光治疗耳疾病	(157)
一、耳廓软骨膜炎	(157)
二、耳廓血管瘤	(158)
三、外耳基底细胞瘤	(160)
四、突发性耳聋	(163)
五、分泌性中耳炎	(164)
六、耳硬化症	(166)
第二节 激光治疗鼻科疾病	(169)
一、慢性肥厚性鼻炎	(169)
二、鼻前庭新生物	(172)
三、常年变应性鼻炎	(173)
四、反复发作性鼻出血	(175)
五、鼻息肉	(176)
六、鼻腔乳头状瘤	(178)
七、鼻咽癌	(179)
第三节 激光治疗咽喉科疾病	(184)
一、慢性肥厚性咽炎	(184)
二、咽部乳头状瘤	(185)
三、慢性扁桃体炎	(186)
四、阻塞性睡眠呼吸暂停综合征	(188)

五、声带息肉	(192)
六、声带小结	(194)
七、双侧声带外展麻痹	(195)
八、喉乳头状瘤	(197)
第五章 激光在皮肤科的应用	(200)
一、睑黄瘤	(200)
二、瘢痕	(200)
三、脂溢性角化 (老年性疣)	(202)
四、光线性角化	(202)
五、皮肤癌	(203)
六、BOWEN病	(205)
七、红斑增生病	(206)
八、乳腺外 Paget 病	(206)
九、汗腺瘤	(207)
十、色素痣	(208)
十一、皮脂腺瘤	(209)
十二、皮脂腺痣	(210)
十三、乳头瘤空泡病毒性皮肤病	(211)
十四、鼻汗症	(216)
十五、疥疮结节	(216)
十六、圆形脱发	(217)
十七、固定药疹	(218)
十八、褥疮	(219)
十九、家族性慢性良性天疱疮	(220)
第六章 激光在美容整形外科的应用	(222)
第一节 美容激光机的特点和治疗机理	(222)
一、激光与生物组织间的作用关系	(222)
二、美容激光的最新进展	(225)
第二节 激光皮肤磨削术	(234)
一、概述	(234)
二、作用机理	(236)
三、临床适应证	(237)

四、治疗方法及效果	(238)
第三节 激光在美容整形外科的其他应用	(241)
一、激光在重睑术、眼袋成型术和面部皱纹切除术中的应用 ..	(241)
二、激光祛除皮肤色素性损害和皮肤文饰	(243)
三、激光治疗皮肤疤痕和皮肤毛细血管扩张症	(246)
四、激光毛发移植术	(249)
第七章 低强度激光	(252)
第一节 低强度激光在头颈部应用	(252)
一、低强度激光的定义	(253)
二、低强度激光常用的激光器	(253)
三、低强度激光作用机理	(254)
第二节 低强度激光体表照射和穴位治疗	(258)
一、低强度激光的生理作用	(258)
二、低强度激光在头颈部的应用	(262)
第三节 低强度激光血管内照射疗法	(266)
一、低强度激光血管内照射的生物物理学作用机制探讨及其治疗特点	(266)
二、低强度激光血管内照射疗法在头颈部疾患的应用	(271)

第一章 激光及激光器简介

第一节 激光常识

一、光的基本知识

光是电磁波的一种。电磁波谱的排列从短波到长波依次为 γ 射线、X 线、紫外线、可见光、红外线、微波、无线电波（图 1-1）。

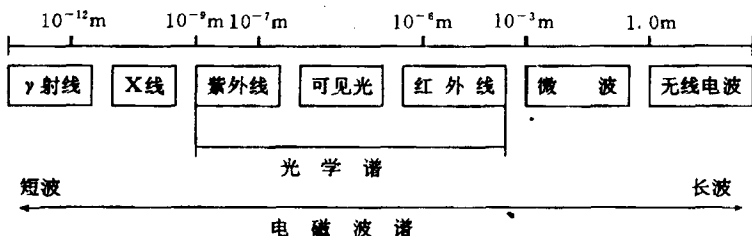


图 1-1 电磁波谱

光学谱只占电磁波谱很小一部分，可见光谱只占光学谱的 0.1%

光有不同的颜色是由于光波频率的不同。人的眼睛对不同频率的光敏感度不同，人眼在光谱范围内能感受到的光称为可见光，可见光谱从短波（400nm）到长波（760nm）按颜色排列顺序依次为紫、青、蓝、绿、黄、橙、红。

描述光波的参数有波长、频率和速度。波长用 λ 表示，是指光波完成一次振动的长度，常用的单位有 nm、 μm 等。1m = $10^6\mu\text{m} = 10^9\text{nm}$ 。频率用 ν 表示，指单位时间内光波完成振动的次数，常用单位为 Hz ($1\text{Hz} = 1\text{s}^{-1}$)。速度用 v 表示，是指单位

时间内光传播的距离，常用单位为 m/s。它们之间的关系为 $v = \lambda\nu$ 。如 He-Ne 激光的频率为 $4.76 \times 10^{14} \text{Hz}$ ，光速 $v = 3 \times 10^8 \text{m/s}$ ，那么 He-Ne 激光的波长 $\lambda = v/\nu = 3 \times 10^8 / 4.8 \times 10^{14} = 630 \times 10^{-9} \text{m} = 630 \text{nm}$ 。

二、产生激光的条件

产生激光是有条件的，即激光工作物质吸收外界能量使其发生粒子数反转，在较高能级聚集的越来越多的粒子向低能级跃迁，同时释放出光子，光子通过在谐振腔内的不断振荡放大形成激光。

(一) 粒子数反转

系统中粒子的分布呈宝塔形，高能级粒子数少而低能级粒子数多。若系统中某一高能级的粒子数多于某一低能级的粒子数，则称为粒子数反转。

(二) 激光工作物质

并非各种物质都能产生粒子数反转，要想实现粒子数反转分布，必须有合适的能级结构。能在两个能级之间产生粒子数反转的物质，称为激光工作物质。

(三) 外界激励源

使激光工作物质达到粒子数反转的外界能源称为激励源，也称为泵浦源。激励方式有光激励（如氪灯、闪灯）和电激励。

(四) 谐振腔

在工作物质两端加上一对互相平行的反射镜，可构成简单的谐振腔，如平行平面腔、双凹面腔、平面凹面腔等。两反射镜中一块为全反射镜，另一块为部分反射镜。

三、激光的特点

(一) 方向性

由于谐振腔只允许沿轴线方向的光输出，所以激光是定向辐

射的，光束发散角很微小。一般光源都是向四面八方发射的。激光的方向性好，也就说明激光在空间上的能量分布是高度集中的。

(二) 单色性

具有单一频率的光称为单色光。描述单色性好坏的指标是谱线宽度，谱线宽度越窄，单色性就越好。激光光源是目前所发现的具有最好单色性的光源。以 He-He 激光为例，谱线宽度可到 10^{-8} nm，比普通光源中单色性最好的氪灯还要高上万倍。

(三) 相干性

频率相同、振动方向相同并具有同样相位差的两列波，称为相干波。光的相干性分为时间相干性和空间相干性。激光全息照相就是利用了激光的相干特性。

(四) 高亮度

激光有很好的方向性，能量高度集中，具有很高的亮度。尤其是脉冲激光器，可以压缩脉冲持续时间以提高激光的峰值输出功率，这样大大提高了辐射亮度。激光的高亮度使它能够熔化或汽化一些硬度大、熔点高的材料，如宝石等。

第二节 激光器常识

一、激光器种类

激光器有多种分类方法，常用方法如下：

1. 按工作物质分为气体、液体、固体、半导体激光器等。
2. 按光输出方式分为连续、重复脉冲及单脉冲激光器等。
3. 按波长范围分为紫外、红外、可见光激光器等。
4. 按输出功率大小分为大功率、中功率、小功率激光器。

一般描述激光器时，会同时描述上述特征。如脉冲 Nd:YAG 激光：波长 $1.06\mu\text{m}$ ，近红外光，不可见。He-Ne 激光：气

体激光，波长 630nm，红光，连续。

二、激光器的基本技术参数

(一) 稳定性

指光输出的稳定性。例如一台激光器输出功率的稳定性 $< \pm 5\%$ (1h 内)，如果输出功率为 1W，那么在 1h 内，它的功率变化可允许在 0.95~1.05W 之间变化；超过这个范围，是不允许的。稳定性指标的绝对值越小，说明稳定性越好。

(二) 波长

有些激光器输出光的波长是单一的，如 He-Ne 激光器；有些激光器可输出几种波长，可同时输出，也可分别输出，如 Ar⁺ 激光器。

(三) 工作方式

意指激光输出是连续、脉冲或单脉冲，有时三种方式都可输出。

(四) 额定输出功率

指所能达到的最大输出功率。单位是 mW、W (1W = 1000mW)。对脉冲激光还有峰值功率、平均输出功率。

(五) 光斑大小

给出的是激光原光束输出时出光孔或焦点处的光斑大小。

对于脉冲激光，还应给出如下参数：

脉宽 T_p ，单位 ms、 μ s、ns、ps、fs ($1s = 10^3ms = 10^6\mu s = 10^9ns = 10^{12}ps = 10^{15}fs$)。定义为当功率下降到峰值功率一半时的脉冲宽度。

重复频率 f ，单位 Hz，定义为每秒钟输出的脉冲次数，通常又称作 pps，是英文 pulses per second 的缩写，即每秒脉冲数。

单脉冲能量 E_p ，单位 J，定义为一个脉冲所具有的能量，见图 1-2 的阴影部分。

平均功率 P ，单位 W，定义为单位时间内输出的激光能量。

峰值功率由单脉冲能量除脉冲宽度得到。

许多脉冲激光治疗机直接给出的是平均功率。一般平均功率要比峰值功率低几个数量级，这是由于脉冲宽度比两个相邻脉冲的间隔小得多的缘故。

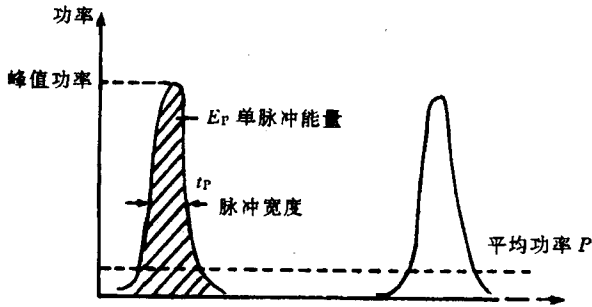


图 1-2 脉冲激光参数示意图

三、光传导系统

(一) 光导纤维

通常使用的医用光纤为折射率突变型石英光纤。

1. 结构 图 1-3 为光导纤维结构示意图。

(1) 芯料 低损耗石英玻璃材料，折射率为 1.458，常用芯料直径为 $200\sim 600\mu\text{m}$ 。

(2) 光学包层 LTV-B 透明硅橡胶物质，折射率为 1.408。

(3) 保护层 一般有塑料和 LTV-H 高强硅橡胶材料两种，在光纤外包裹一层，以保护光纤的芯料和光学包层。

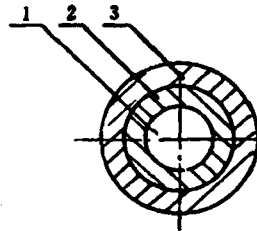


图 1-3 医用光纤结构示意图

1. 芯料 2. 光学包层 3. 保护层

整个光纤外径为 $1\sim 1.5\text{mm}$ 。传输。