

徐国祥 主编

激光 医学

人民卫生出版社



激 光 医 学

主 编 徐 国 祥

副主编 章 萍 唐建民 李晓原

编者(以姓氏笔画为序)

王 黎(西安医科大学)	刘筑闻(首都医科大学)
孙振权(中山医科大学)	李晓原(中山医科大学)
陈美兰(西安医科大学)	陈昌盛(同济医科大学)
金陈进(中山医科大学)	罗国仪(中山医科大学)
胡运惠(西安医科大学)	段新民(第四军医大学)
徐国祥(中山医科大学)	章 萍(河南医科大学)
唐建民(第三军医大学)	<u>曾仁端</u> (同济医科大学)
魏冬季(中山医科大学)	

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

激光医学/徐国祥主编. —北京:人民卫生出版社,1998

ISBN 7-117-02914-5

I. 激… II. 徐… III. 激光应用-医药学 IV. R312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 03602 号

激 光 医 学

徐 国 祥 主 编

人民卫生出版社出版发行

(100078 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼)

房山区印刷厂印刷

新 华 书 店 经 销

787×1092 32 开本 10 $\frac{1}{2}$ 印张 231 千字

1998 年 6 月第 1 版 1998 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

印数:00 001 — 4 000

ISBN7-117-02914-5/R·2915 定价:14.00 元

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

前言

激光医学是最近十多年来发展形成的一门新兴的边缘学科。其内容包括用激光新技术去研究、诊断、预防和治疗疾病,其临床诊治范围已涉及内、外、妇、儿、眼、耳、鼻、咽喉、口腔、皮肤和神经等临床各科 300 多种有关疾病。激光技术不仅为研究生命科学和疾病的发生、发展开辟了新的途径,而且为临床诊治疾病提供了崭新的手段,所以许多高等医学院校不但为本科生而且还为有关专业的研究生开设了本课程。

本书自 1984 年以来作为中山医科大学等院校开设激光医学课程的教材,受到了广大师生们的欢迎。这次出版则由中山医科大学的徐国祥、孙振权、李晓原,河南医科大学的章萍,第三军医大学的唐建民,西安医科大学的陈美兰,首都医科大学的刘筑闻及同济医科大学的曾仁端等组成编委会,组织各医科院校在教学第一线的 15 位老师参加再次修订,修改的主要内容一是鉴于本学科发展过程中在一些重要概念上出现了混乱,为此在激光生物作用机理这一章提出了关于“两类效应、两级作用、两个目标和两种反应水平”的分类,以及提出了激光生物六作用的概念。此外,对于一些目前较为混乱的不当的专业词汇作了较为明确的阐述和较为严格的定义;二是鉴于具有重大应用潜力的激光诊断和检测远远未被开发,为此较多地增加了这一领域的篇幅;三是激光医学作为一门新学

科发展得较快,这次修订增加了已较为成熟的新进展;四是鉴于教学的学时数所限,所以本书偏重基本理论、基本方法和基本应用。本书的审稿工作由徐国祥、章萍、唐建民、李晓原和陈美兰共同完成。

本书的侧重点是激光医学的三个基本原理:一是激光的基本原理,进而了解激光的本质及其特性;二是激光与生物组织相互作用机理,进而了解激光生物作用的规律和效应;三是用激光诊治疾病的基本方法及其基本原理。

本书的出版得到了中山医科大学教务处、人民卫生出版社、河南医科大学和第三军医大学等单位的大力支持和帮助,以及本书的具体组织工作和大量的整理工作主要由李晓原完成,在此表示感谢。

由于激光医学这门新学科正在飞速发展之中,加上我们的业务水平有限,以及修订时间仓促,所以本书一定会存在不少缺点甚至差错,衷心恳请读者来函赐教,以便下次再版时改正。

徐 国 祥

1998 年 1 月于中山医科大学

□ 目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 激光医学的特点.....	(1)
第二节 激光医学的发展简史.....	(5)
第三节 激光医学的研究内容.....	(9)
第二章 激光的原理与特性	(17)
第一节 概述	(17)
第二节 激光的基本原理	(20)
第三节 激光能量的度量	(29)
第四节 激光的基本特性	(32)
第三章 医用激光器	(38)
第一节 固体激光器	(38)
第二节 气体激光器	(46)
第三节 其他激光器	(57)
第四节 激光的倍频、调 Q 和锁模	(64)
第五节 医用激光器的导光系统	(70)
第四章 生物组织的光学和热学性质	(78)
第一节 皮肤的光学性质	(78)

第二节	眼的光学性质	(90)
第三节	生物组织的热学性质	(97)
第五章	激光生物作用机理	(101)
第一节	激光生物效应分类	(101)
第二节	光致发光作用	(104)
第三节	光致发热作用	(106)
第四节	光致化学作用	(113)
第五节	光致压强作用	(120)
第六节	光致强电场作用	(125)
第七节	光致生物刺激作用	(129)
第六章	激光在基础医学研究中的应用	(135)
第一节	概述	(135)
第二节	激光在细胞及亚细胞水平的研究应用	(137)
第三节	激光在分子水平的研究应用	(152)
第七章	激光在诊断中的应用	(163)
第一节	概述	(163)
第二节	激光荧光光谱法	(165)
第三节	激光拉曼光谱法	(172)
第四节	激光全息术	(176)
第五节	激光干涉条纹视力与激光视觉对比 敏感度测定	(180)
第六节	激光扫描型检眼镜	(183)
第七节	激光多普勒技术	(186)
第八节	其他激光诊断方法	(187)

第八章 激光治疗眼科疾病	(194)
第一节 激光与眼组织的相互作用	(194)
第二节 激光治疗眼底病	(196)
第三节 激光治疗青光眼	(205)
第四节 激光治疗膜性白内障	(207)
第五节 准分子激光角膜屈光手术	(210)
第九章 激光手术	(212)
第一节 概述	(212)
第二节 普外科的激光手术	(216)
第三节 肝胆外科的激光手术	(219)
第四节 泌尿外科的激光手术	(221)
第五节 心胸外科的激光手术	(225)
第六节 烧伤外科的激光手术	(226)
第七节 骨科的激光手术	(227)
第八节 神经外科的激光手术	(229)
第九节 妇科的激光手术	(232)
第十节 皮肤科激光手术	(239)
第十一节 五官科的激光手术	(243)
第十二节 激光显微手术	(251)
第十三节 激光间质热疗技术	(257)
第十章 内镜激光手术	(260)
第一节 概述	(260)
第二节 鼻内镜的激光治疗技术	(263)
第三节 咽喉镜的激光治疗技术	(264)

第四节	支气管镜的激光治疗技术·····	(265)
第五节	胸腔镜的激光治疗技术·····	(267)
第六节	食道、胃镜的激光治疗技术·····	(268)
第七节	腹腔镜的激光治疗技术·····	(272)
第八节	胆道镜及十二指肠镜的激光治疗技术·····	(274)
第九节	宫腔镜的激光治疗技术·····	(275)
第十节	膀胱镜及肾镜激光的治疗技术·····	(276)
第十一节	脑室镜、脊髓镜的激光治疗技术·····	(279)
第十二节	关节镜的激光治疗技术·····	(280)
第十三节	心血管的激光治疗技术·····	(282)
第十一章	激光光动力学疗法·····	(286)
第一节	概述·····	(286)
第二节	光动力学作用原理·····	(287)
第三节	光动力学治疗方法·····	(293)
第四节	临床应用·····	(296)
第十二章	弱激光治疗法·····	(300)
第一节	激光理疗·····	(300)
第二节	激光针灸·····	(305)
第三节	弱激光内镜照射·····	(311)
第四节	弱激光血管内照射治疗·····	(311)
第十三章	激光的安全防护·····	(313)
第一节	激光对人体的可能危害·····	(313)
第二节	激光的安全防护标准及措施·····	(320)

第一章

绪 论

回顾近代医学科学的每一步进展,无不是由于各时期新兴的科学技术的介入。医学科学进展的标志之一是科学新技术与医学科学相结合衍生出新的边缘学科,例如电子技术、核技术、冷冻技术、超声技术和计算机技术等,当时的新兴技术陆续与医学科学结合形成了医用电子学、核医学、冷冻医学、超声医学和医用计算机科学等边缘学科。激光技术作为当代一个最重大的科技新成就,不仅为研究生命科学和疾病的发生、发展开辟了新的途径,而且为临床诊治疾病提供了崭新的手段,形成了又一门边缘学科——激光医学。

第一节 激光医学的特点

激光医学(Laser Medicine)是专门用激光技术去研究、诊断和治疗疾病的一门新兴边缘医学学科。与普通医学以及其他边缘医学学科相比,激光医学有其自身的重要特点。

一、与普通医学比较其特点

1. 激光医学是一门技术性很强的学科 首先,激光技术

本身包含了现代光学技术、电子技术和机械技术等多种学科的技术；其次，在医用时常需光纤内镜技术、超声技术和电子计算机技术配合。

2. 激光医学是一门中西医相结合的学科 激光医学作为一门医学边缘学科，不但包含了现代医学，也包括了中医学。它一方面具有强烈的现代科学技术的气息，另一方面又具有古老医学的特色。

二、与其他医学边缘学科比较其特点

1. 激光医学的医学应用面比较广泛 冷冻医学多用于治疗，医用计算机科学多用于诊断，核医学多用于诊治肿瘤，超声医学也主要用于诊断。激光医学则既用于临床各科的治疗，也用于诊断及基础医学的研究。

2. 激光医学的工程技术涉及面较广 激光医学不但涉及到现代光学技术，包括辐射度学、光谱学、成像光学、信息光学、量子光学、非线性光学、纤维光学、光学传输和光学计量等，而且离不开电子技术和机械工程，与计算机技术的关系也越来越密切。

三、与普通光医学比较其特点

激光医学与普通光的光医学比较，有相同也有不同，原因在于激光与普通光的异同。

相同 由于组成激光束的光子或组成普通光的光子，就其光子本质而言，两者之间毫无差别。所以，普通光作用于生物组织所致的光生物效应，所起的治疗作用，以及它们对生物组织的有害作用，激光都能引起。

不同 从宏观上来说，激光和普通光具有重大差别。这是

因为前者是采用了一种新的发光技术,使发射出来的光束比普通光的方向性强、亮度高和单色性好,可使所发出的光子在空间上、时间上和波长上高度集中,致使激光的光功率密度比普通光所能达到的最高值还高出 10 个以上数量级。因此,使得普通光所不显示的生物效应在用激光后变得明显起来;普通光所无能为力的特异诊治,激光可大显身手。

四、与放射医学比较其特点

按所辐射微观粒子的能量高低而言,有“高能辐射”和“非高能辐射”之分。这两种辐射所引起的生物效应也完全不同,前者引起生物分子电离,所以又称为“电离辐射”,而后者则称为“非电离辐射”。临床放射医学常用的 X 射线、 α 射线、 β 射线和 γ 射线都由高能微观粒子组成,而组成激光束的光子能量却与电灯发出的光子能量一样很低。例如,由氦激光器发出的黄光每个光子能量为 2×10^{-12} 尔格(与普通光的黄光一样),而硬 X 射线的每个光子能量却高达 2×10^{-7} 尔格,两种光子能量相差 5 个数量级,后者比前者高出几十万倍。

由于人们对 X 射线等高能射线已经比较熟悉,因而常将尚不熟悉的“激光”与之联系起来,造成了混淆。尤其在香港和台湾的出版物上将“Laser”音译成“镭射”,于是医学书籍上把“The Laser Therapy”称之为“镭射治疗”,而放射医学中的“The Radium Therapy”亦称为“镭射治疗”,于是这两种本来是截然不同的疗法硬给拉扯在一起了。为此将这些射线作介绍:

X 射线(X-Ray),是德国物理学家伦琴首先发现,所以又称“伦琴射线”。它是一种波长为 $0.006 \sim 2\text{nm}$,介于紫外线和 γ 射线之间的当时尚未定名的电磁波辐射,所以取名为 X 光。

它的光子能量很高,穿透本领也很强,能使被它作用的物质电离,所以,X光又叫电离辐射。X射线通常由高速电子流轰击阳极靶而获得。医学上主要用于透视诊断疾病或用于放射治疗肿瘤。

α 射线(Alpha-Ray),又称“甲种射线”,是放射性原子核所发出的带正电荷的高能粒子流。它的贯穿能力较小,但电离能力很大。

β 射线(Beta-Ray),又称“乙种射线”,是放射性原子核内所发出的电子流(β 射线)或正电子流,是穿透本领很强的高能粒子。

γ 射线(Gamma-Ray),又称“丙种射线”,它是一种波长小于0.1nm的电磁辐射,原子核从高能态向低能态跃迁时所释放的能量常以 γ 射线形式出现。 γ 射线具有极大的穿透本领。

以上的X射线和 γ 射线是电磁辐射,所辐射的是高能光子; α 射线和 β 射线是微粒辐射,所辐射的是带电的、静止质量不为零的高能粒子; γ 射线、 α 射线和 β 射线来自于放射性同位素,例如所谓“镭射治疗”就是利用天然放射性物质镭所发射的 γ 射线和 β 射线进行治疗。由于上述四种射线都是高能辐射,它们作用于生物组织后所引起的直接的生物效应是使生物分子发生电离,所以又称这种“高能辐射”为“电离辐射”。这种电离辐射作用于癌组织则可杀死癌细胞或抑制其生长,作用于正常组织则过量时会引起全身性急、慢性放射病或局部受放射灼伤。

激光医学与放射医学的根本不同在于激光束不是高能辐射。激光的光子能量仅仅是硬X射线光子能量的几十万分之一。所以,激光是“非高能辐射”,是“非电离辐射”,作用于人体组织后不会引起急性或慢性放射病。激光作用后引起的生物

效应主要是发光效应,发热效应、光化效应、光压效应、电磁场效应和生物刺激效应。

第二节 激光医学的发展简史

激光医学的发展史,已经历了 35 年的历程,大体可划分为四个阶段:60 年代为基础研究阶段,70 年代为临床研究应用阶段,80 年代为形成一门学科的阶段,90 年代为发展成熟阶段。

一、基础研究阶段

激光医学的基础研究大量工作都在 60 年代的前五年完成:

1960 年,美国人 Maiman 发明世界上第一台激光器,是一台脉冲红宝石激光器,其第一批应用领域便是医学。

1961 年,红宝石视网膜凝固机在美国问世,这是世界上第一台医用激光机。同年,Sonlon 发表了“激光的生理作用”,Eichler 发表了“相干光源产生的光凝固”,Zeret 发表了“光脉冲引起的眼损伤”等三篇论文,这是第一批激光医学方面的文章。

1962 年,Bessis 小组报告了他们用红宝石激光照射细胞器的研究报告。同年 Townes、Campbell、Zeret 等人分别发表了用脉冲红宝石激光研究激光生物效应的三篇论文。

1963 年,McGuff 发表了“激光生物效应探讨”、Goldman 发表了“激光束对皮肤的作用”和 Fine 发表了“激光的生物效应”等一批很有价值的基础研究论文,为此后的临床应用提供了实验基础。

1964 年,美国研究基金会在波士顿召开了关于“激光生物医学应用”第一届年会,会上提出了许多研究报告。

1965 年,在美国召开了第一届“激光生物作用”学术年会。

60 年代末,已经发表激光医学基础研究论文几百篇,出版了专著十多本,并且相继在美国的佛罗里达州、英国的伦敦和前苏联等国家召开了激光生物医学方面的各种专业的学术会议。

二、临床研究试用阶段

尽管在 60 年代已有激光试用于临床的零星报道,但导致眼科以外所有临床各科普遍应用的工作是在 Polanyi 等人于 1970 年研制成连续波型 CO_2 激光手术刀之后。掀起激光临床应用高潮的是在 70 年代的前五年。

1970 年,Stellar 等人报告了将 CO_2 激光用于神经外科的实验研究。

1971 年,Stellar 等人报告了用 CO_2 激光切除烧伤焦痂。同年,Stechur 等人报告用 He-Ne 激光治愈了顽固性创伤。同年,Bykhovskii 等人报告用 He-Ne 激光照射有关穴位治疗子宫附件炎有显著疗效。

1972 年,Strong 和 Jako 报告了把 CO_2 激光用于喉外科。同年,Stellar 等人报告用 CO_2 激光为褥疮患者施行清创和植皮等手术。

1973 年,Kaplan 和 Ger 报告了用 CO_2 激光施行乳房部分切除术和乳房成形术。同年,Kaplan 和另外一些人报告了将 CO_2 激光用于整形外科。Kaplan 还与别的同行于同年报告了 CO_2 激光治疗宫颈糜烂。

1974 年, Kovinskii 等人报告, 用 He-Ne 激光治疗严重烧伤病人, 能促进自体植皮加快愈合。

在国内, 上海第六人民医院卫煊、杨冠等人于 1971 年用红宝石激光凝固治疗视网膜脱离。上海医科大学刘德民等人于 1973 年应用 CO_2 激光手术刀施行鼻咽部手术。同年, 广东的中山医科大学徐国祥、麦嘉秉等人使用自制的 CO_2 激光手术刀汽化治疗体表肿瘤。在此后的 2~3 年内, 迅速地在上海、广东、北京、天津、湖北、西安、浙江、江苏、四川、山东和福建等省市普遍掀起了激光治疗热。

国内在弱激光治疗方面, 从 1974 年起, 首先从上海华东医院皮肤科, 以后相继有北京医科大学附属三医院、中山医科大学附属第一医院、西安医科大学附属第一医院、广州医学院附属第一医院, 以及重庆、洛阳等地, 截止 1977 年初统计共有 23 个省市 170 多个医疗单位使用 He-Ne 激光、He-Cd 激光, 以及 Ar^+ 和 CO_2 激光的低照度光束施行弱激光治疗, 治疗有关适应证, 痊愈率均较高。

三、激光医学学科形成阶段

80 年代建立了激光医学方面的较为系统、较为完整的理论体系, 初步形成了一支激光医学教学、科研和临床应用的专业队伍, 至 80 年代末, 建立了激光医学方面的各级学术机构, 出版学术刊物, 学术交流已国际化、专业化和定期化。所有这些情况表明: 激光医学作为一门学科已经形成。

(一) 激光医学的理论体系和教学

至 80 年代初, 激光在医学上的应用所取得的成果是客观的、公认的。我们在自己大量实验基础上, 同时大量地收集了国内外前两个十年所发表的实验研究和临床应用资料, 将之

系统化、理论化,总结成一门学科,编著成一本大学教科书于1984年出版。同年为中山医科大学的医学、口腔、卫生、法医、放射诊断、麻醉、临床营养和高级护理等八个专业开设了本课程。此后,河南医科大学、同济医科大学、首都医科大学、暨南大学医学院,以及上海、陕西、吉林、浙江、山东、湖北、湖南、福建、江苏等省市军内外的一些高等医学院校相继开设了激光医学课程。

(二)激光医学的专业队伍

至80年代,美国和前苏联已有专门、专职的医用激光方面的研究机构和应用部门,日本已有专门的激光医院。我国的一些大省、直辖市和沿海城市的军内外县级以上的医院大多有了专门的激光医疗科室,在国内外初步形成了一支专门从事激光医学教学、研究和临床医疗的专业化队伍。

(三)激光医学的学术机构和学术交流

至80年代,美国和日本等国已建立从中央到地方的各级激光医学学术机构并有相应的学术刊物。国际间也有健全的国际学术机构,各种学术会议已国际化、专业化、定期化。在我国从中央到各省市的光学学会和生物医学工程学会已经建立了激光医学学会,并有中央级专门的激光医学学术刊物。国内40多种学术刊物上刊登了数以千计的激光医学学术论文。国内已出版了一批激光医学方面的译著、专著、教材和丛书。

四、激光医学学科发展成熟阶段

在80年代新生的《激光医学》学科日新月异地不断深入发展至90年代上半叶,已比较成熟了。成熟的标志有三个:一是国内外不再听到关于将激光用于临床诊治疾病的反对声音了,而且仅以国内为例,从地方到中央的各级中华医学会都接