

激光

治疗胸心血管疾病

翁国星 著

中国科学技术出版社

R54

WG X

6.1

93310

激光治疗胸心血管疾病

翁国星 著

中国科学技术出版社

• 北 京 •

(京)新登字 175 号

图书在版编目(CIP)数据

激光治疗胸心血管疾病/翁国星著。—北京:中国科学技术出版社,1994.1

ISBN 7-5046-1261-8

I. 激…

II. 翁…

III. ①激光治疗-心脏血管疾病 ②心脏血管疾病-激光治疗

IV. R543

中国科学技术出版社出版

北京海淀区白石桥路 32 号 邮政编码:100081

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京光华印刷厂印制

*

开本:787×1092 毫米 1/32 印张:9 插页:8 字数:202.2 千字

1994 年 4 月第 1 版 1994 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—2000 册 定价:9.30 元

内 容 提 要

本书是作者通过在国外的学习和工作体会,结合自己多年来对心血管疾病的研究,系统介绍了激光基本原理、胸心疾病常用激光器及光纤类型和特性、激光在普胸的应用、激光血管吻合及血管成形、激光直接心肌再血管化治疗冠心病、激光主动脉瓣膜成形、激光治疗顽固性心律失常以及激光在治疗其他心血管疾病中的应用等知识。内容丰富,资料和信息新,可供医务工作者和大中专院校师生学习和参考。

责任编辑:许 英

封面设计:王温和

正文设计:马慧萍

21493/24

序

在近 10 年中,由于激光技术的突破性发展,促使激光在胸心血管疾病领域里得到广泛应用。这些都已在这本书中详尽论述。

由于近红外波长激光,如铥激光、钕激光、钬激光,以及紫外波长的准分子激光的出现,使得激光治疗的精确度更高。除此之外,脉冲式传输激光能量使得临床医师能够很好地控制激光作用范围、侧向光热及光声作用(损伤)深度。更主要的是,激光传输系统及光导纤维的创新和发展,使得这些激光能通过光纤传导,应用于许多以前被认为深不可达的解剖部位。

除了激光技术本身迅速发展之外,随着对激光以及激光与组织的相互作用理解的加深,促使我们懂得要选择更合适的激光应用于治疗胸心血管疾病。例如激光在组织融合中的应用,由于我们对激光辐照组织后胶原纤维发生光学双折射改变的了解,为我们反馈了激光融合组织的机制,使我们能够更好地进行激光组织融合并减少激光对组织的热损伤。而且进一步发现适合激光融合的“生物胶”(biologic solders),诸如白蛋白和右旋糖酐、白蛋白和透明质酸及胶原蛋白和透明

质酸,能够提高激光融合组织的强度。翁医师的这本专著为我们描绘了许多崭新而又令人兴奋的激光在治疗胸心血管系统疾病领域中的应用。书中讨论的许多治疗方法,包括激光切除肺部肿物、激光血管成形、激光姑息性治疗气管、支气管及食道恶性肿瘤,已在临床应用,对它们的治疗结果仍在临床评估中。对其他的一些激光应用,如激光融合血管、激光主动脉瓣成形,尚处于研究阶段,未进入临床应用。直接心肌再血管化治疗缺血性心脏病已进入了临床Ⅱ期试用,对其临床实际应用的結果正在周密、详尽研究之中。

在我们为新的科学技术出现而兴奋不已时,我们必须牢牢记住新技术在临床医学应用的目的,那就是提高医疗水平、改善病人的生活质量。在牢记这个目标的同时,我们也必须记住,应用和评价这些令人振奋的新技术是我们不可推卸的责任。

沃伦·威廉森 医学博士

1993 年 12 月

前 言

激光应用于治疗胸心血管疾病起始于 80 年代初。近几年由于激光技术的迅速发展以及其他相应的医学技术,如胸腔内窥镜等的发展,使得激光治疗胸心血管疾病的指征和适应症扩大并得以迅速推广。目前,激光在胸腔疾病领域的应用已涉及激光与电视胸腔内窥镜联合应用于治疗胸腔积液、肺大泡、食道癌、肺楔状切除,甚至肺叶切除等,实现了不用开胸进行胸腔手术的梦想。在心血管疾病治疗方面,也已广泛地应用于冠心病冠状动脉和周围血管成形,治疗顽固性心律失常和无法进行搭桥手术的冠状动脉粥样化心脏病、切开先天闭锁的肺动脉瓣以及解除原发性主动脉瓣下狭窄等。

激光之所以引人注目、发展迅速,并不仅仅在于代表着现代先进科学技术水平的“激光”这两个字,更重要的是它的特性——能够产生单一的波长,并可通过纤细的光导纤维传输和能精确控制作用范围与深度。所以,就可根据不同组织对某一特定波长强吸收的特征,选择所需波长和能量;这样既能最

大限度地与组织相互作用,又能最低限度地损伤邻近组织;其二是纤细、柔软的光导纤维能够通过经皮穿刺途径治疗许多心血管疾病,避免了开胸手术创伤、并发症和死亡率以及病人的精神创伤,提高了病床周转率,降低治疗费用。并且可能治疗一些现在认为常规方法无法治疗的病例,如多发性末梢冠状动脉狭窄、成形狭窄的主动脉瓣,避免心脏换瓣手术以及由人工心脏瓣膜所带来的一系列并发症。而且随着激光及光导技术的进一步发展及在临床应用经验的积累和方法的改进,激光在胸心血管治疗中的应用范围将进一步扩大,疗效也无疑将进一步提高。

在美国学习的两年多时间里,曾经分别在明尼苏达州世界著名的梅奥医学中心(Mayo Clinic)和密歇根大学学习,目前正在波士顿的莱希(Lahey Clinic)医学中心学习。在这期间,大部分时间用于学习和研究激光治疗胸心血管疾病。通过深入接触和研究激光在美国医学领域中的应用,深感很有必要把这门新兴的医学科学——激光治疗胸心血管疾病,介绍给国内同行。因此,利用工作之余,写出了这本小册子。唯一的希望是它能产生“抛砖引玉效应”,促进激光医学,特别是激光在治疗胸心血管疾病中的应用,使其在我国得到进一步的发展。相信在我国所具有的雄厚激光科学技术基础上,通过同行的共同努力,把它引到胸心血管领域中来,一定会很快地结出丰硕之果。

最后,感谢莱希临床教学(Lahey Clinic)医学中心胸心外科的沃伦·威廉森医学博士(Dr. Warren Williamson)给予的大力支持和帮助,使得此书顺利脱稿。

翁 国 星

1993年2月19日于美国波士顿

目 录

第一章 激光基本原理	(1)
一、激光的发生	(1)
二、激光器的基本结构	(6)
三、激光与组织的相互作用	(8)
第二章 胸心疾病常用激光器及光纤类型和特性	(17)
一、常用激光器	(18)
二、光导纤维的特性及应用	(31)
第三章 激光在普胸的应用	(40)
一、激光肺切除	(40)
二、激光治疗自发性气胸	(54)
三、激光治疗后肺组织的愈合过程	(59)
四、激光治疗慢性胸腔积液	(62)
五、激光在气管外科的应用	(64)
六、激光在食管外科的应用	(79)
第四章 激光血管吻合	(93)
一、激光吻合血管机理	(93)
二、激光周围血管吻合	(98)
三、激光吻合冠状动脉	(109)
第五章 激光血管成形	(114)
一、概述	(114)
二、激光血管内膜切除	(116)

三、激光冠状动脉成形	(129)
四、经皮穿刺激光周围血管成形	(180)
五、激光血管成形的发展趋向	(194)
第六章 激光直接心肌再血管化治疗冠心病	(196)
一、起源	(196)
二、动物实验及临床应用结果	(199)
三、延迟激光隧道愈合的因素	(211)
四、几点疑问	(214)
第七章 激光主动脉瓣膜成形	(218)
一、发展过程	(218)
二、激光主动脉瓣成形结果	(226)
三、Er:YSGG、Ho:YAG、CUSA 及机械主动脉瓣成形的比较	(229)
四、结语	(233)
第八章 激光治疗顽固性心律失常	(235)
一、概述	(235)
二、激光治疗方法及结果	(238)
三、存在问题	(253)
第九章 激光在治疗其他心血管疾病中的应用	(255)
一、解除主动脉瓣下狭窄	(255)
二、治疗肺动脉瓣闭锁	(258)
三、其他应用	(260)
第十章 激光治疗胸心血管疾病的展望	(262)
一、激光与内窥镜的联合应用	(263)
二、有待解决问题	(264)
三、开创新的应用领域	(265)
参考文献	(268)

第一章 激光基本原理

英语“激光”(Laser)一词是由“受激发射光放大”(Light amplification by stimulated emission of radiation)这一组词中各主要词的第一个字母组成的。激光器是一种能产生高度定向性单色光束的仪器,并且当达到与光源相当距离的靶目标时,仍能保持高能量密度。激光光束的这些特征大大不同于普通光源(如白炽灯光、荧光灯或者由化学燃料燃烧而产生的烛光、油灯灯光)产生的光束。这些普通光源产生广泛的频谱或色谱,向各个方向发散;结果当光到达某一距离的靶目标时,其强度急剧地与距离平方成反比地降低。

一、激光的发生

我们知道,光是电磁辐射。因此,激光具有电磁辐射的基本特征。光具有波粒两象性;可以认为,它是由粒子组成,以波的形式传播的。当光与物体相互作用时,将有吸收、穿透、反射、折射、散射、衍射和干涉发生。构成光的粒子称为“光子”

(Photon)或“光量子”(light quanta),它们可被看成“能量包”(Packet of energy)。光作为一类电磁波,有其波长、振幅、频率或能量。光的波长是指从一个波的高峰到另一个高峰间的距离;光波的振幅是电磁场强度的高峰顶点偏离零点的最大值;频率是指在1秒时间之内的峰值出现次数,通常以赫兹(Hertz)简称赫表示。激光在电磁波谱中覆盖的范围有红外线、可见光及紫外线波段。它的波长以毫微米(nanometer, $\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$)表示。光速除以光的波长等于光的频率。因此,波长与频率成反比:波长越长,频率就越低;反之,波长越短,频率越高。而频率越高,或波长越短,则能量越高。这样,宇宙线、 γ 射线和X射线对人体更有害。(图1.1)

每个原子由一个带正电荷的原子核和围绕着核的带负电荷的电子构成。不同电子轨道层到核的距离都不同;每一层都具有特征性的固定能量级,电子可以从一个轨道运动到另一个轨道上去,它们的能量水平取决于它们的轨道的位置。当电子处于紧靠核的轨道时,它的能量水平最低,称为“基态”(ground or resting state)。当电子吸收来自光或热的能量时,它会跳跃到远离核的高能级轨道上,称为“量子跳跃”(quantum leap),成为“激发态”(excited state)。原子中的电子从低能级轨道跳跃到高能级轨道上,称为“跃迁”(transition)。一个处于激发态的电子返回到基态时,它原先吸收的能量就自动地以光子的形式释放出来。在通常情况下,原子中的电子是处于基态的。已经吸收外来能量,跃迁到外面一层高能级轨道上的电子,也只保持在高能级轨道上一百万分之一秒,很快就回到它原来的低能级轨道上。早在1917年,爱因斯坦就提出存在受激辐射。他的理论后来被用于发明激光。他推断,当光子撞击高能级的电子时,若此光子能量与此电子激发能量相

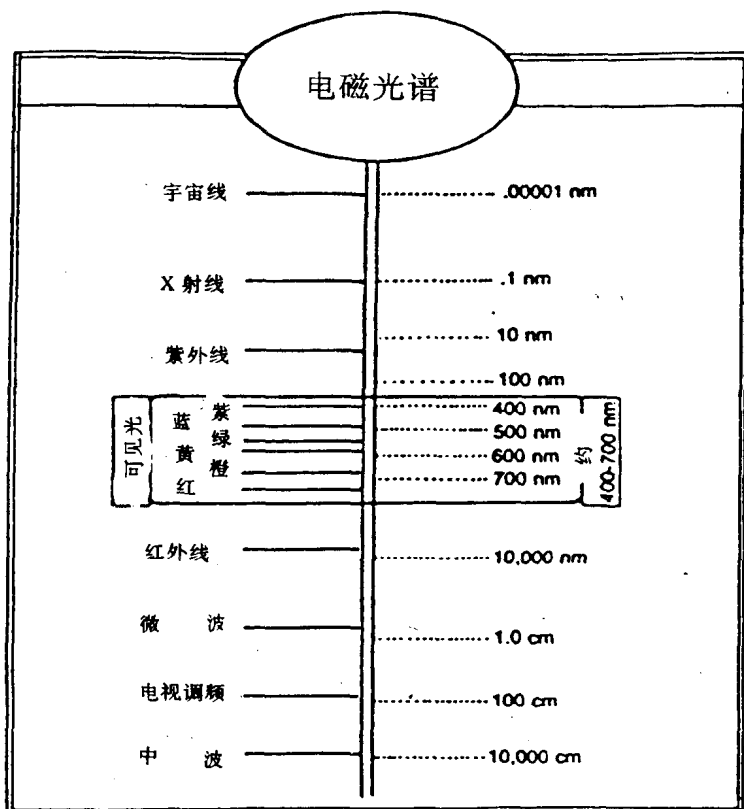


图 1.1 电磁波谱

越靠近顶部波长越短；反之，波长越长

符，则此电子会回到低能态的轨道上，同时释放出另一个能量相同的光子，而原来的激发光子并不被吸收。这样，最终就有两个相同波长的光子。（光子的能量取决于频率或波长）。如果有足够数量的处于某一激发态的电子与真正相应的光子相撞，那么就会产生光子受激辐射的连锁反应，使输入的光被放大，产生激光。由于在常温下电子趋于保留在基态，激发态电

子总是少于基态电子,因此不会发生这种反应,要产生一个持续的受激辐射,就得通过特殊处理,使原子内的电子处于高能级水平(激发态)的多于处于基态的。这个条件称为“粒子数反转(population inversion)”。由于这个条件不易取得,因此直到 1960 年,才由美国科学家 T. H. 梅曼克服这个技术上的难关,制造出红宝石激光器。(图 1.2)。

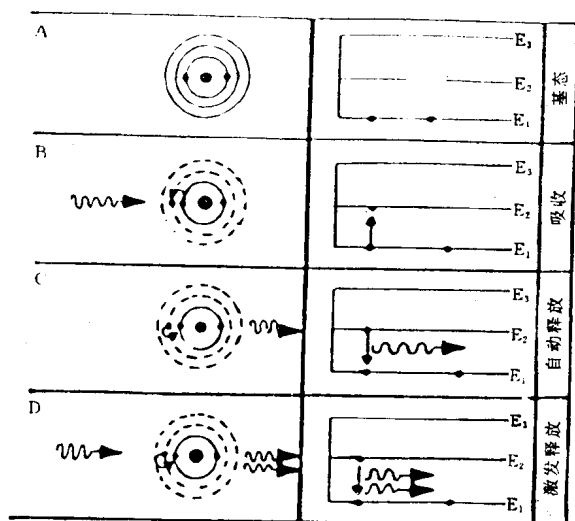


图 1.2 原子激发过程

A. 处于基态; B. 原子中的电子吸收外来光子能量, 跃迁到高能级轨道上;
C. 跳回低能级轨道上, 释放出一个光子; D. 在特定的光子刺激下, 处于激发态的电子能产生两个同一波长的光子

“粒子数反转”得以实现, 是通过把处于基态的电子暴露给相应的能量, 把它们泵(pump)到高能级轨道上。所需的能量可来自闪光灯(flash lamp)、其他激光光源或电源。一旦实

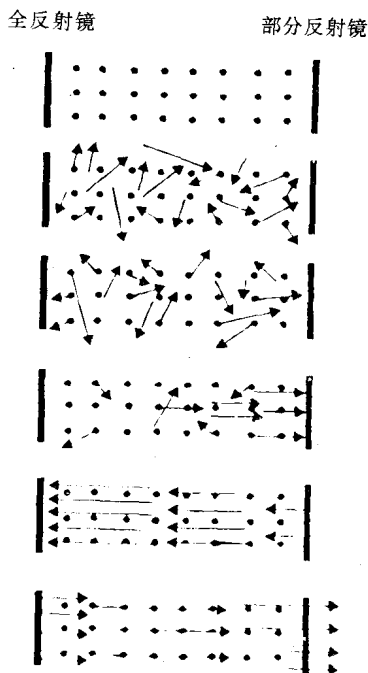


图 1.3 工作物质中原子从受激发到产生高度定向性、单色性激光光束的过程

现粒子数反转,原子内的多数电子就处于一种过渡态(transitional state)。在这个阶段,一些电子将自动地释放光子回到基态。这些自动发射的光子就与那些处于过渡态的电子相撞,刺激它们释放出另一个同样波长的光子。然后,这些光子将与更多的处于过渡态的电子相撞,这样就产生了连锁的受激发射,这时发射的光子的波长是相同的,但它们却朝不同方向运动。这些自由的、向不同方向受激辐射的光子必须被导向一个平行的方向(图 1.3)

图 1.3 说明当粒子数反转发生时,如何使那些朝不同方向运动的光子最

终成为朝同一个方向发射的激光光束。在工作介质[增益介质(gain medium)或活性介质(active medium)]的两端分别放一个全反射镜和部分反射镜。当给予这个工作介质能量时,就能产生众多的自由地朝不同方向辐射的激发态光子。这些自动发射的光的一部分将沿着工作介质的轴线传播。由于它们的强度不足以穿透部分反射镜,而被反射回来,再穿过工作介

质。这时,如果这些发射的光子遇到一个低能级原子,那么它们将被这些原子吸收,产生更多激发态原子;如果它们遇到已处于激发态的原子,那么它们就将激发这些原子产生与它们同一方向运动、同样能量级的光子。当外源能量继续泵着电子达到激发态,这种受激发射过程最终将产生强度足以穿透部分反射镜的准直光束。这个光束就是激光光束。

二、激光器的基本结构

激光器有五个基本结构,就是:工作介质,激光谐振系统(Laser resonator),电源系统,冷却系统和控制系统(图 1.4)。

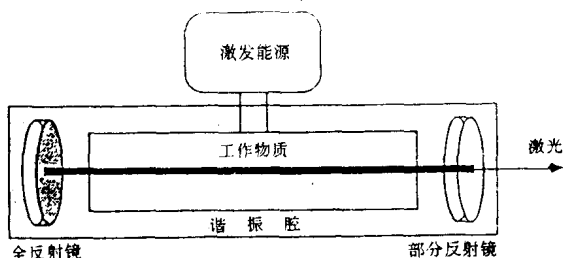


图 1.4 激光器的基本组成

工作介质为某一种物质,如固体、液体或气体。当受特定外源能量激发时,这些工作介质便能产生激光。在大多数情况下,工作介质的特性决定了输出的激光的波长、功率、能量等。激光器常以它所用的工作介质来命名,如二氧化碳激光器以二氧化碳为工作介质,钬激光器以钬(Ho)为工作介质等。

工作介质放在激光谐振腔之内。最简单的激光谐振系统由两个反射镜(一为全反射,另一为部分反射)组成。两者之间