

激光在医学领域的应用和展望

李亚华 李正佳 朱长虹

(华中理工大学激光技术与工程研究院, 武汉, 430074)

摘要: 本文系统地介绍了激光在医学领域的应用和发展前景, 着重分析了激光医疗技术、医用激光器件及其相关学科之间相互渗透、发展的关系。文章最后介绍了我们在激光医疗设备的研究、开发和产业化方面所做的工作。

关键词: 医用激光技术

Application and prospect of laser research on medicine and clinical

Li Yahua, Li Zhengjia, Zhu Changhong

(Institute of Laser Technology & Engineering, HUST)

Abstract: In this review, the application and prospect of laser research on medicine and clinical therapy are introduced systematically. The interdependent relationship of laser therapy with medical laser instrument and related subject is analyzed emphatically. In the last part of the article, our efforts and progress on the research, development and production of medical laser instruments are described briefly.

Key words: medical laser technology

一、激光在医学中的应用

由于激光具有功率/能量高, 方向性、单色性、相干性好的特点, 并且激光手术止血效果好, 手术视野清晰, 因此激光在几乎所有的医学领域均得到了应用, 例如皮肤科、耳鼻喉科、妇产科、泌尿外科、肝胆外科、神经外科等各种手术。激光可以对早期恶性肿瘤进行诊断和光化学治疗, 利用光纤和内镜对人体腔内疾患进行治疗。激光还可以用于血管成形术和心脏手术治

的功率有个阈值要求^[3]。从计算知各 Stokes 线各自和入射的激光的频率差相等^[5]。瑞利散射线很细, 这是激光特性之一的单色性好之故^[5]。各级 Anti-Stokes 线很弱, 甚至没有出现。SRS 的频率取决于介质本性和入射光的波长, 同时与介质分子的特征有关。SRS 的频率反映着分子晶体振动频率和分子旋转率。所以可以利用 SRS 对有关物质进行定性和定量分析。

参 考 文 献

- 1 Eckhact G, Bortfeld D P, Geller M. A P L., 1963;3:173
- 2 郑顺旋. 物理, 1979;8(3)
- 3 朗 D A 著, 顾本源译. 喇曼光谱学. 北京: 科学出版社, 1983:288~291
- 4 诸圣麟. 原子物理. 北京: 人民教育出版社, 1977:275~284
- 5 母国光, 战元令编. 光学. 北京: 人民教育出版社, 1979:560~562
- 6 郭奕理. 中国激光, 1983;10(2):120~121

疗,激光碎石被广泛采用。血管、神经、皮肤、肠等的激光缝合,效果优于常规手术缝合。据统计,用激光治疗的疾病达到 300 多种。

激光医疗仪器和设备的发展是激光医学发展必要的前提条件。近十多年来,激光在生物医学领域的应用正向纵深发展,每一条新的激光谱线都能在诊断和治疗人体疾病上找到其独特的用途,国内外的激光医疗仪器和设备发展很快,医用激光波长已从红外(CO_2)伸展到紫外(准分子)。

二、医用激光技术的发展动向

1. 医用激光系统向小型化和多种波长发展

(1) 医用激光器向小型化发展:随着半导体激光器的发展,用于治疗的光纤激光器将走向小型化。以往在手术室看到的体积庞大、操作复杂的激光器,将会被结构紧凑、简单的激光器逐步取代。

(2) 医用激光正在开发新型激光系统:例如准分子激光器(紫外),CTH:YAG 激光($2.1\mu\text{m}$)以及 Er:YAG 激光器($2.9\mu\text{m}$)。这几种激光对硬组织的作用显示出独特的优越性能。可调谐的染料激光器、紫翠宝石激光器、掺钛蓝宝石激光器、半导体激光器都将逐步进入医学临床应用。设计成具有 YAG 和 CO_2 联合的、具有凝固和切割双重功能的医用激光设备在西方已有产品供市。

2. 介入性激光外科手术

介入外科手术在医学临床中发展相当迅速,它需求新一代激光器和光纤设备。新的外科技术应用于远端诊断和治疗,如用内镜和激光对腔内病变组织进行诊断和切除,设备包括激光器系统、照明系统、微型机械或激光传输纤维的手术通道、图象设备等。腔体手术是外科手术发展的方向,过去需要切开体腔进入病变区的手术,现在可以通过小口径光纤内镜和激光来实现,所以激光内镜手术设备在外科领域会有很大前景。

3. 光疗法

光动力疗法^[1]是一种以光纤传输激光并用激光激活药物(光敏)治疗疾病的方法,光动力疗法可代替外科手术作某些肿瘤的治疗,或对手术后复发而又失去手术机会的肿瘤进行治疗。激光生物刺激^[2]对缓解疼痛、减轻风湿性关节炎症状和促进伤口愈合有疗效。

4. 诊断用激光系统

包括医用光纤技术,激光光谱诊断,光学相干层析 X 线照相术和医学成像处理等方面,组织病理学诊断目前向称之为“组织光化学”发展。如癌症诊断中采用 Nd:YAG 激光喇曼光谱精确测量人体细胞中 DNA 的含量。今后诊断中会越来越多采用遥控喇曼成像的内镜成像技术。

5. 计算机导引与自动化

正在开发带有光反馈回路的灵巧激光输出系统,使用微机控制,可调节激光输出,以保持组织温度、敏感性,并控制组织的部分切除率或鉴别正常与病理组织,这些装置可检测组织升温或蛋白变性时的光学特性的变化。系统内的分光镜或荧光计能辨认病变组织,运用适当的软件来控制激光输出,以保持某些组织参数恒定,或在某特定组织终点关掉激光源。智能化的激光治疗设备目前正在研究之中。

三、医用激光器的发展

1. CO₂ 激光器是外科使用的重要器件:机体组织对 10.6μm 激光有良好的吸收性能,但由于 CO₂ 光纤未进入临床,所以仍只能处于体表手术。已研制出的 AgCl, AgBr 红外光纤,可望改变 CO₂ 激光器医用的现状。

2. YAG 激光应用潜力巨大。在外科手术中, YAG 激光可用作易于控制的强热源,不管光束是直接还是间接作用于组织,组织层都会被加热或汽化,并伴有少量附带的热损伤,其程度与激光波长有关^[3]。用于外科手术的 YAG 激光器,目前有 Nd:YAG(1.06μm), CTH:YAG(2.1μm), Er:YAG(2.9μm), KTP/YAG(0.53μm), 半导体激光器泵浦 YAG 激光器。长寿命、高效率、小型化 YAG 激光器是目前发展很快的新型外科激光设备。

3. 配有光导纤维的小型半导体激光器将成为外科手术的有力工具,它可以使手术损伤减到最低。黑色素对 804nm 的波长吸收比对 1.06μm 波长激光吸收大 3 倍,可调谐的半导体激光器在医疗中(如眼科、普外科、光动力学治疗)的应用潜力很大。

4. 准分子激光器(紫外光)、掺钛蓝宝石激光器、紫翠宝石激光器都将在医学领域中发挥作用。如 XeCl 准分子激光器用于血管成形术(波长为 308nm), ArF 准分子激光器用于眼科修正角膜。掺钛蓝宝石激光器, Ho:YAG 激光器用于粉碎体内结石使临床应用变得可行。美国每年诊断有 45 万例患有肾结石者,其中 1/3 是用内镜和激光碎石术治疗。

5. 腔内治疗的激光医疗设备受到医学界关注:激光在配合腹腔镜切除胆囊方面不断获得应用^[4],外科医生可方便地用视频内镜进行手术,并已体会到用激光代替电烙术的好处。目前主要使用 Nd:YAG 激光器和 KTP/YAG 倍频激光器。

四、研究工作及方向

激光医学研究是我们的主要研究方向之一,多年来我们与国内几所著名的医科大学和医院合作在临床医学、激光生物效应,激光医疗设备研究方面做了很多工作。YAG 激光医疗设备研究是我们的重点之一, Nd:YAG, KTP/YAG, Ho:YAG 激光设备已形成系列产品,如内镜下激光治疗技术与设备的研究,光动力学治疗设备的研究,激光能量光纤传输性能研究,如接触式激光刀头,激光探头的研究,智能化激光外科和心血管激光治疗仪已进入临床实验阶段。光纤 CO₂ 激光正在研究中。He-Ne 激光医疗设备具备大规模生产能力。和美国柏克曼激光医学中心合作,推广准分子眼科设备和 Ho:YAG 激光医疗设备的应用。为了全面推进科研、教学、产业一体化进程,形成产业优势,推动我国激光医疗技术的发展。在国家有关部门的大力支持下,我们正在和社会各界进行广泛合作,争取早日在我国成立一个激光医疗设备研究、开发、生产、销售和服务的高科技实体。以高质量的激光医疗设备投入国内市场,开拓国际市场,这是一项意义深远的工作,也是我们今后努力的方向。

参 考 文 献

- 1 Dupuy C G, Hwang C J, Benenati D *et al.* SPIE Biomedical Optical, 1994;2134~2143
- 2 朱 平. 中国激光医学杂志, 1993;2(1):64
- 3 Kopchok G E, White R A, Mueller M *et al.* Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery, 1992;4:80
- 4 Bhatta N, Isaacson K, Flotte T *et al.* Lasers in Surgery and Medicine, 1993;13:346~350