



# 激光与现代医学

陈主荣 林秀华

(厦门大学物理学系)

本世纪科学技术的发明之一——激光,自1960年作为一种新光源初露锋芒之后,发展神速,深刻地影响着自然科学的各个领域,应用范围遍及国防军事,医疗卫生及国民经济诸多部门。激光诞生不久就与生命科学结下不解之缘,在医学研究、临床治病方面日益显示其优势,其潜能深受人们关注。

光是生命系统赖以生存、成长的基本能源。植物依靠光合作用为人类提供了丰富的食粮。光对人体的作用,对体内肌体组织产生的刺激,影响着组织细胞结构、形态及其功能。长期以来这些一直是科学家研究的重要课题。作为光的一种特殊形态——激光,用于生命科学的研究早就受到重视。激光医学就是由此应运而生的一门新学科,它包括激光技术用于基础医学的研究、疾病诊断、临床治疗、预防保健等方面。

## 激光基础医学研究大展鸿图

随着工业化的进程,资源开发、生态破坏、环境污染、人口增长等给生物界造成巨大威胁,人类依存的空间生活条件受到多方面干扰,致使各种疑难病、职业病、罕见病发生。其中不乏有传统医学前所未见的棘手问题。面对大量威胁人类生命的种种疾病的挑战,堪称为神奇的激光以其独特优势为基础医学研究开辟新径、大展鸿图。

激光基础医学研究旨在更深入层次上——细胞水平、亚细胞水平和大分子水平上探讨生命过程的复杂运动规律。目前已开展的有激光对神经功能之效应、激光对细胞或细菌的生物效应,用激光研究遗传工程、分子生物、生物物理等,因而出现不少边缘学科,高科技领域。这方面的基础研究主要借助具有高单色性、高相干性的激光为光源,辅以当代已有的科学技术进行显微照相、全息记录显示、激光探针探测、激光光谱与拉曼散射,激光辐射、超短脉冲激光荧光等先进手段,研究肌体组织中原子、分子形成、演变,相互作用的过程与规律及其表现的组织功能、肌体特性,以及这些微观结构、形态与外界(光)的关系。

鉴于细胞是组织中最基本的单元。利用激光显微照相术可研究细胞的核仁、染色体、线粒体和纺锤体的结构与功能,有助于深入认识生命形成的本质;利用激光全息术测量细胞生长的动态变化、作定量分析和分类鉴别可深刻揭示肌体中肿瘤细胞发生、发展变化规

律;通过激光探针探测体内细胞微量元素,探究其与疾病的联系;借助激光拉曼光谱术进行血液检验、病理检查,分析核酸分子和生物膜构架与功能,还可分析人体呼出气体和对眼睛白内障的预测;激光辐射术测定细胞膜上大分子的侧向运动,可研究氨基酸和蛋白质在生命中的地位与作用。此外,激光荧光显微镜用于免疫检测,激光多普勒方法可测量血流速、预报动脉粥样状症与血栓。许多疑难病、常见病病理与病变通过激光光谱术、干涉技术并配合其他光学技术进行检查、监测与综合分析后见微知著。如测量人体组织代谢率、血流、红细胞、白细胞、血红蛋白等含量、比例,可探究病因、病变程度、恶性肿瘤的动态变化,为医生正确诊治提供可靠根据。激光同其他光学技术相结合鉴别血液中痕量元素、癌变细胞、肺部中积累物,尿液中成份等可及早发现人体内某个组织可能潜在的病灶。有利于早期治疗。

日本新技术事业田稻场光子项目组研制出现在世界上最高灵敏度检测血液、尿液发光强度的光检测器,预测癌病。通用汽车公司开发一种快速的非侵入式呼吸分析仪:激光二极管光谱仪用于糖尿病、溃疡、肝硬化、脂肪吸收不良、肝肺机能诊断都卓有成效。未来激光基础医学研究将随着短波段激光器研制与开发可满足微细处理技术、非热处理条件的要求,并向细胞生物技术、遗传工程研究拓展,将为遗传病、血液病、先天病、糖尿病、艾滋病的患者带来福音。

## 激光临床诊治大显神通

众所周知,激光是一种频率单纯、功率密度高、指向性强的电磁波。一束激光几乎是平行的光束,具有极高的亮度,这意味着能量在时空上的高度集中,被照射物体发热顷刻可达 $700^{\circ}\text{C}$ — $1000^{\circ}\text{C}$ ,其聚焦点的功率密度可达 $10^8\text{W}/\text{cm}^2$ ,压强 $40\text{dyn}/\text{cm}^2$ 。一旦受激光作用的肌体组织吸收光能转化为热能,伴随着温升、膨胀、气化或凝固。激光对于人体作用表现有物理效应(包括热作用、电磁效应和光动力学)、生物刺激等。当代医学生物学研究指出,组成生命的基元—细胞及其所构成的组织,由于分子间特异的相互作用而形成有序结构,或类似于半导体、或类似液晶态,具有相变和相应的电学、磁学、光学、流体力学等性质,生命过程中的物理现象——视觉、听觉、触觉经兴奋传递、与神

经系统、肌肉收缩、血流等密切相关。组织中能量与信息传输、储存、转换、加工及利用都受中枢神经调控。故激光作用人体所表现的物理效应与生物刺激势必引起肌体、组织、细胞发生一系列物理变化以至化学作用,从而达到切除有害组织、杀死癌细胞、灭菌、抑制细胞病变之能效,这就是激光治病的机理。

激光技术治病同传统医学相比,都是靠切割、烧蚀;不同之处在于激光借助于高聚焦的强光精确照射病灶部位——激光照射术,激光血管成形术、配合光纤的激光内窥镜,使病变器官、组织发热,膨胀,气化或热凝固,达到切除、修补(血管)、破碎(结石)之目的,还有光敏疗法(与药物配用)和经络穴位疗法。无数临床经验表明,激光手术切除皮肤上或深层粘膜赘生物:痣、疣、瘤有特效,可杀菌、灭癌细胞、焊接微循环血管、加速创伤、溃疡部位复之愈合,对调节体内不同代谢过程亦有突出作用。1990年美国共实施50万例激光外科手术,95年将突破160万例。

临床上使用激光的波段有可见光,紫外光及红外光,根据治病不同部位、组织而优选。迄今,短波段的激光尤其适应体内特定器官的治疗,这还处于开发试验阶段。令人欣慰的是,在短波段X射线激光研制方面,我国已居世界领先水平。自1988年以来,我国率先获得波长10.57nm和复合泵浦类锂离子4条新波长X射线激光;1990年又分别获得更短波长7.22nm、5.77nm X射线激光,它将为物理学、生物学、医学研究方面开拓广阔的应用前景。

现有常用激光器根据工作物质种类不同分为气体的(如He-Ne,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Ar}^+$ ),固体的(YAG:Nd)和染料(液体的)三大类。He-Ne激光,波长 $0.63\mu\text{m}$ ,功率小(mw量级),穿透皮肤可达10mm以上,适合外科手术和皮肤穴位保健、美容。波长 $10.6\mu\text{m}$ 的红外波段 $\text{CO}_2$ 激光器输出功率大、效率高、穿透皮层浅(0.1mm),宜用于妇科、五官科、皮肤科作痣、疣、肛肠痔、肿瘤等切割。YAG:Nd固体激光器发出 $1.06\mu\text{m}$ (近红外)激光,人体渗透力和血凝固力强,输出功率大(几W—200W),同时此波段光易与光纤配合,适用表皮以下组织的五官科、妇科、皮肤科作组织治疗、止血等。不管什么波段激光对肌体作用,首先发生的是热作用。因为它只有肌体吸收光能温升至 $60^\circ\text{C}$ 左右,即促使组织内蛋白凝固变性、失效致使其组成的生理组织功能局部遭受破坏。这种情况取决于肌体组织对光吸收的程度,同激光功率关系不大。当激光照射肌体能量不大,波长处于可见光(510—630nm),虽光照不足以发生热效应,但亦可发生光化作用,导致生物组织内大分子(如酶、氨基酸、核酸与蛋白质这一类)吸收光能居于受激态而引发光化反应,使大分子降低以至失去活力,分子结构也相应而改变。值得一提的是,激光光敏治癌技术是近十几年来新发展

的医疗技术(PDT疗法)。癌患者须服用或注入一种与癌细胞亲和力极强的光敏药物(HPD)。它只停留在癌细胞里,治疗时以特定波长激光器照射癌组织部位,其内产生光动力学反应从HPD放出单态氧(瞬间存在的强氧化剂),随着时间推移,单态氧的积累到一定量即可破坏癌细胞线粒体,使核膜、细胞膜破裂坏死。此技术还可借助光纤导,配以内窥镜进行内脏、组织器官检查、治疗。如消化道息肉样病变、尿道狭窄、前列腺增生、附睾郁积病、血管再通、心肌血管重建、心肌成形、先天性心脏病诊治、内腔肿瘤切割、结石的破碎等。当今日本是用激光治疗心血管病例最多的国家。引人注意的是,我国在PDT疗法方面虽起步较晚,但进展迅速。至今无论是光敏药物研究,还是治疗病例、临床经验方面,都走在世界前列。对于威胁人类健康的疑难病,如血液病、骨髓病、艾滋病以及常见病、多发病:风湿性关节炎、龋齿牙病经激光治疗后病情得到缓解、抑制以至不同程度好转。在眼科上选用激光这种比较理想的光源治疗视网膜剥落、青光眼、先天性视网膜出血、虹膜和白内障切除不出血、无感染、无痛苦、手术快且对周围组织损伤小。一般眼科手术多用He-Ne激光或 $\text{Ar}^+$ 激光(波长515nm、448nm)易被眼底视网膜组织所吸收产生光——热作用而凝固止血。

### 激光医疗仪器异彩纷呈

20年来,旨在救死扶伤,国内外对激光诊断、检测、医疗方面从理论到实践进行了卓有成效的研究;同时开展眼科、耳鼻喉科、口腔科、神经科、内科、外科、妇产科、皮肤科、肿瘤科各种各样病例(包括疑难病、常见病、多发病、职业病)的临床诊治,积累了大量经验,极大地丰富了激光医学的内容。

开展激光医疗应从实际出发,根据不同患者、部位、病况优选激光疗法条件(波长、功率、光斑、照射时间)以获理想疗效。为此,开辟多波段、多功能、全自动、检验—诊断—治疗一体化的激光理疗仪是大势所趋。现有固体YAG:Nd激光器若配上KTP晶体便可实现倍频,或用Er代替Nd掺杂,可使激活波长从 $1.06\mu\text{m}$ 变至 $2.94\mu\text{m}$ ,有利于水份多的软组织吸收光作切开、切除。便携式小型化、短波段激光器医疗仪器亟需上市。

令人高兴的看到,激光正同古老的中医相结合,相辅相成、取长补短、发挥各自的优势与潜力在美容保健方面大显身手。激光技术应用中医经络理论,可替代传统的针灸对人体特定的经络穴位照射,激光对人体产生的热作用、电磁效应和生物刺激起着激活细胞、增强肌体活力、刺激神经兴奋、加速新陈代谢、舒筋活血之目的。许多关节炎(腰脊、颈脊关节炎)、四肢麻木、神经性疾病经激光疗法不同程度地康复。另一方面激光还可对穴位起止痛麻醉作用。西安某医院曾用脉冲激光束

# 熵、信息与生物进化

——布鲁克斯和威利学说简介

王梅生

上海华东师大

布鲁克斯是加拿大大不列颠哥伦比亚大学动物学教授,威利是美国国家自然历史博物馆副馆长,堪萨斯大学分类学与生态学教授。二位学者(以下简称为 B. W.)除了在各自的专业方面有大量的著作和论文发表外,他们对熵、信息与生物进化有极大的兴趣,并且进行了深入地研究,发表了大量论文和著作,成为美、加、英三国这方面研究有影响的人物。

近年来,国内许多学者也对熵、信息与生物学的关系议论很多,也有不少论文或著作发表,然而大量介绍和引用的是早期物理学家薛定谔的观点以及近期比利时物理化学家普里高津的耗散结构理论和德国物理学家哈肯的协同学理论。这属于物理学家和化学家运用

照射孕妇穴位,使之成功地实施人工流产。

当前为适合激光疗法的激光理疗仪正异军突起,门类多样的激光治疗机异彩纷呈。除了临床常用的一般激光治疗机外,还有电脑控制、自动化的激光检测、预警、治疗一体化激光医疗仪。据最新报道,日本防卫医大医用电子工程和富克达电子公司已成功开发从诊断到治疗一体化激光装置,并已用于下肢动脉闭塞症手术,拟再用于冠状动脉硬化症诊治。1990年英国首次推出外科手术用二极管激光医疗系统,激光波长 805 nm,输出功率 30~35W 并可连接单光纤。不列颠哥伦比亚癌症研究机构研制成一种肺荧光成像内视镜系统,使用波长 422nm 的 He-Cd 激光器,激光束仅 1mm;该系统不管癌患者是否服用光敏药物,都能分辨出正常与异常组织细胞在自然条件下荧光光谱的差别,能有效预警早期内腔、内脏的癌病变。印度采取时间平均散斑干涉法研制成一种(使用输出功率 7mw,波长 632nm,光斑 10cm 的) He-Ne 激光扫描分析胸部激光散斑图形仪器,用于监护心脏病。近年来,被誉为激光医学的一颗“新星”——自由电子激光器诞生了。它将成为光动力学疗法最为理想的激光器。它具有从红外到紫外连续可调的波段范围、高的功率密度及其可控性,准确可调的光斑大小与可控脉宽,在切除病变组织时对周围细胞伤害极小,尤其适用于激光外科、光辐射疗法。还有一种 ArF 准分子激光器发出紫外光,对于病灶非热能的切开、切除显示出光化学疗法威力,现仅在一部分眼科中作角膜手术的近

物理学的理论与方法讨论生物学问题,而本文要介绍的是两位地道的生物学家用物理学的理论与方法研究生物进化问题。由于各自的知识背景不同,两位生物学家确实有许多不同于物理、化学家的新观点为国人所未知,因而值得介绍给国内广大读者,借以开拓思路。

由于 B. W. 有关熵、信息与生物进化的论文和著作很多,涉及许多生物学科,这里只能介绍他们的基本观点。至于这些观点在具体学科中的应用(如物种形成,分类学以及群体生物学等),留待以后介绍。

## “迈向统一的生物学理论”

B. W. 研究熵、信息与生物进化的目的是要建立

视治疗;ArF 激光由于对骨切开能力很强,可望用于整形外科。

以不同工作物质产生的激光(Ar<sup>+</sup>激光、Cu 蒸气激光、准分子激光)激发的染料激光器具有连续可调的功能,并已经在临床上和基础医学研究上发挥了作用。另一种以 GaAs、InP 等化合物为材料半导体激光器随着外延生长工艺的不断改进而推陈出新。由于其体积小、振荡要求条件简单,可制阵列作为泵浦,易与光纤配合,故这一类半导体激光器已在光纤通信中大放异彩。同样也能为激光医疗仪器向小型化发展增光添色。近年来,半导体激光器需求量增长很快,1990年销售额仅 100 万美元,1991 年翻了一番,1992 年达到 220 万美元。根据 Ophthalmic 公司和医学激光咨询组资深顾问 Irving Arons 预测,全世界医用激光系统销售从 1992 年的 7.5 亿美元上升到 1995 年的 11 亿美元;1995 年其产值可望达 60 亿美元,平均年增长率 17%。

、随着科学技术的日新月异,当前物理学研究已经渗透到其他自然科学中,与生命科学、现代医学之间联系日趋紧密。激光技术已经推广应用到现代医学的各个部门,不仅在学科研究上结出丰硕之果;而且在检测、诊断、治病治病方面创造了不少奇迹,这是人类引为自豪的。展望 21 世纪,激光技术本身将继续发展,同时激光医学在基础研究、诊治疾病和保健预防等方面也必将前景灿烂。