

文章编号: 0258-7025(2006)06-0857-06

鲜红斑痣光动力治疗数学模型及临床验证

程 刚¹, 钟秋海¹, 黄乃艳², 顾 瑛²

(¹ 北京理工大学自动控制系 北京 100081; ² 解放军总医院激光科 北京 100853)

摘要 为了研究光动力治疗(PDT)中各个因素作用的规律,帮助临床采取有效的治疗方案,针对鲜红斑痣(PWS)组织特性,将光动力治疗中组织光分布、单线态氧产生、光敏剂漂白过程和光敏剂扩散过程结合起来,建立适合于光动力治疗鲜红斑痣病变的系统模型。利用建立的模型,对临床中出现的第二光斑治疗效果差的问题进行仿真研究,发现影响其治疗效果的因素,并通过仿真实验提出改进其治疗效果的新方案。通过临床实验,证明了新方案的有效性和模型的有效性。研究结果说明,针对特定的病例条件建立仿真模型,通过仿真实验可以为临床和理论研究提供一种有效的分析方法。

关键词 医用光学和生物技术;光动力治疗;数学建模;鲜红斑痣

中图分类号 TP 391.9;R 318.51 **文献标识码** A

Mathematics Modeling and Clinic Experiment of Photodynamic Therapy for Port Wine Stain

CHENG Gang¹, ZHONG Qiu-hai¹, HUANG Nai-yan², GU Ying²

(¹ Department of Automatic Control, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China
² Department of Laser Medicine, Chinese People Liberation Army General Hospital, Beijing 100853, China)

Abstract Treatment of port wine stain (PWS) by photodynamic therapy (PDT) has been under development over last years. To study the acting factors on vascular selectivity of photodynamic and help the doctor confirm therapy plan in clinic, the mathematics modeling of photodynamic therapy treating port wine stain is built. The modeling include light distribution in tissue, production of singlet oxygen, diffusion of photosensitizers and photobleaching. Using the model, a problem of therapeutic effect in clinic is analyzed and a new therapy scheme is recommended. The scheme is proved to be effective in the clinic experiment.

Key words medical optics and biotechnology; photodynamic therapy; mathematic modeling; port wine stain

1 引 言

光动力疗法(PDT)是一种日趋成熟的新型诊疗技术,其主要作用机制是组织中的光敏剂在有氧的条件下,经激光照射后产生大量活性氧物质(ROS),损伤组织细胞,达到治疗的目的。上世纪 70 年代末光动力疗法开始用于肿瘤的临床治疗。在肿瘤治疗中已经取得了比较好的治疗效果,为手术、化疗、放疗这三种主要肿瘤临床治疗方法提供了新的、有力的补充手段^[1~3]。20 世纪 90 年代开始逐渐用于良性疾病的治疗,尤其是对微血管疾病的治疗,显示出独特的优势,1991 年鲜红斑痣(PWS)的光动力疗法

开始建立^[4]。尽管光动力疗法治疗在临床上已经取得很好的效果,但是由于光动力疗法治疗机制涉及光、光敏剂、氧和生物组织、细胞等多种因素和复杂的相互作用,20 多年来积累的众多相关实验结果不能归纳形成具有临床指导作用的理论描述体系,临床医生只能凭借经验确定临床治疗参数,难以准确控制治疗效果,阻碍了光动力疗法的发展和普及。

光动力疗法主要的物理化学过程包括血管中光敏剂对组织中光敏剂的补充过程;组织中光敏剂的扩散过程;光敏剂受光激发产生光毒性物质;光毒性物质对组织的杀伤过程;光敏剂自身的漂白过程。

在光动力疗法的研究发展中,很多研究者都希

收稿日期:2005-09-07;收到修改稿日期:2006-01-08

作者简介:程 刚(1981—),男,河南焦作人,北京理工大学博士研究生,主要从事光动力治疗鲜红斑痣系统建模研究。
E-mail:chenggang@bit.edu.cn

望能建立光动力疗法治疗过程中各种物理量的定量关系模型。针对上述 5 个独立过程已经有大量研究,例如卟啉甲醚在家兔体内的药代动力学方程^[5]; Forrer 等^[6]对漂白过程进行了深入研究; Georgakoudi 等^[7]研究了漂白过程对光动力效果的影响; Thorpe 和 Dahl 等^[8,9]分别研究了光动力产生的活性物质对细胞膜的损伤情况。但是这些模型只能描述上述某一个独立子过程,没有一个能同时描述光动力疗法中多种物理化学过程的系统模型,更没有与实际临床结合。尽管从理论上说明了光动力治疗中各种物理量之间的关系,但是无法直接指导临床。

本文以卟啉类光敏剂治疗鲜红斑痣过程为研究对象,针对鲜红斑痣的具体组织特点,建立适合光动力治疗鲜红斑痣的系统模型,包括组织光分布、药代变化、漂白过程和毒性物质产生过程;并通过仿真结果修正临床治疗方法,提高了临床治疗效果。临床实验证明该模型能基本描述光动力治疗鲜红斑痣条件下光动力作用效果,为光动力疗法的理论和临床研究提供了一种方法。

2 模型建立

光动力疗法中各种因素的相互作用关系如图 1 所示。在建立上述各独立过程模型的基础上,结合鲜红斑痣具体的病变特性,建立光动力疗法治疗鲜红斑痣过程中光毒性物质的产量模型。单线态氧是卟啉类光敏剂受光激发后放出的能量与氧作用产生的光毒性物质,是杀伤组织达到治疗效果的主要作用物质。单线态氧产量模型可以间接地表示卟啉类光敏剂的光动力强度模型。单线态氧的产生与光敏剂浓度、光强、氧浓度有关。光敏剂是通过静脉注射进入体内的。在治疗过程中光敏剂从血管向组织中不断地扩散,组织中光敏剂的分布时刻在变化;同时光动力作用需要消耗氧,因此也影响氧在组织中的分布。单线态氧产生后,会与光敏剂反应,使光敏剂

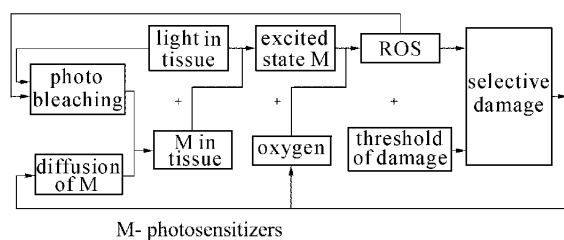


图 1 光动力疗法中多因素作用关系图

Fig. 1 Relationship of acting factors in PDT

失去活性作用,这个过程也称为漂白过程。光是光动力治疗中不可缺少的因素,研究光动力治疗中参与光化学反应的光的能量,就要研究光在组织中的分布。

研究单线态氧产生模型,要分别研究组织中的光分布,产生单线态氧的光化学过程,光敏剂静脉注射后在血液中的浓度变化;光敏剂由血管向组织的扩散过程;光敏剂对氧的消耗过程以及漂白过程。

2.1 鲜红斑痣组织模型

鲜红斑痣是真皮浅层异常扩张的微血管,根据文献^[10]的报道,我们构建了包含三层血管结构的组织模型,如图 2 所示。其中,表皮组织厚度为 $60\ \mu\text{m}$,微血管一共有三层,根据病变程度不同,血管直径不同,模型中分别取定三组血管直径为 $60\ \mu\text{m}$, $120\ \mu\text{m}$ 和 $180\ \mu\text{m}$,分别对应病变程度为轻、中等和重。血管水平之间的间隔为 $60\ \mu\text{m}$,垂直方向间隔为 $100\ \mu\text{m}$ 。最上层血管的上表面深度为 $100\ \mu\text{m}$ 。

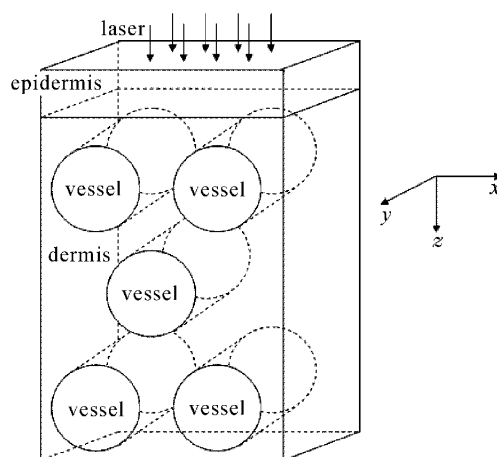


图 2 鲜红斑痣组织模型

Fig. 2 Model of port wine stain

2.2 组织中的光分布

在组织光学领域中,针对组织中的光分布已经进行了大量研究工作^[11,12],但是由于生物组织结构复杂,是一种混浊不均匀的介质,有效的研究方法不多,现在常用的方法是用蒙特-卡罗 (Monte Carlo) 方法模拟组织中的光分布。

实际仿真计算时,组织模型如图 2,在该组织上建立直角坐标系,采用三维网格分割组织, $dx = dy = dz = 10\ \mu\text{m}$, x , y 和 z 方向各考察 200 个小网格。激光波长为 $532\ \text{nm}$,组织的各部分光学参数^[13]如表 1 所示,其中 μ_a 为组织吸收系数, μ_s 为组织散射系数, g 为组织的各向异性因子, n 为组织折射率。

表 1 表皮、真皮和血管的 532 nm 波长激光的光学参数

Table 1 Optical properties of epidermis, dermis and blood vessel for wavelength 532 nm

	μ_a / cm^{-1}	μ_s / cm^{-1}	g	n
Epidermis	23	530	0.775	1.37
Dermis	2.4	240	0.775	1.37
Blood vessel	266	473	0.995	1.33

2.3 单线态氧产生模型

文献[14]已经建立了单线态氧产生的模型, 公式为

$$\Pi^{1}\text{O}_2(t) = \Phi \cdot I \cdot \{1 - \exp[-2.303\epsilon \cdot C_m(t) \cdot l]\} \cdot \frac{C_{\text{O}}(t)}{C_{\text{O}}(t) + (k_p/k_{\text{or}})} / V, \quad (1)$$

其中 $\Pi^{1}\text{O}_2(t)$ 为单线态氧产率, 单位 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$; $C_m(t)$ 为光敏剂浓度, 单位 mol/L ; I 为激光功率, 用光子数表示, 单位 mol/s ; l 为光经过的含有光敏剂组织的距离, 单位 cm ; V 为组织体积, 单位 L ; C_{O} 为基态氧浓度, 单位 $\mu\text{mol}/\text{L}$; k_p 为三线态光敏剂自身淬灭率; k_{or} 为被氧淬灭的三线态光敏剂; k_p/k_{or} 单位为 $\mu\text{mol}/\text{L}$, 实验测量的数据为 $k_p/k_{\text{or}} = 2.5 \mu\text{mol}/\text{L}$ 。

2.4 组织中的光敏剂和氧分布

组织中光敏剂和氧的分布包括了血管、表皮、真皮组织中光敏剂和氧的分布。文献[14]已经建立了各种组织中给药后的光敏剂和氧的分布。血管中光敏剂浓度变化采用药代动力学方程描述, 模型计算中采用文献[15]中的数据; 血管中的氧浓度取血浆中氧物理溶解量的平均值约为 $63 \mu\text{mol}$; 真皮和表皮中光敏剂和氧是从血管中扩散出来, 满足方程^[14]

$$D_s \cdot \nabla^2 C_{\text{O}} - \frac{\partial C_{\text{O}}}{\partial t} = \Gamma_1 + \Gamma_2, \quad (2)$$

$$D_m \cdot \nabla^2 C_m - \frac{\partial C_m}{\partial t} = \Gamma_{\text{PDT}}, \quad (3)$$

式中考虑了光动力作用对氧的消耗和漂白过程对光敏剂的消耗。其中 D_s 为氧的扩散系数, D_m 为光敏剂的扩散系数, Γ_1 为新陈代谢对氧的消耗, 这里认为是一个常数; Γ_2 为光动力作用对氧的消耗; Γ_{PDT} 为漂白作用对光敏剂的消耗。 Γ_1 , Γ_2 和 Γ_{PDT} 的具体形式在文献[14]中已给出。

综上所述, 将上述模型结合, 并针对图 2 给出的鲜红斑痣组织特点, 建立了适合鲜红斑痣治疗时, 影响光动力作用效果的整体模型。该模型比较完整地描述了鲜红斑痣的治疗过程。

3 仿真实验

光动力治疗鲜红斑痣时, 由于病变面积过大, 在一次给药后, 需要先后照射 2~3 个光斑(为了节省成本提高药物利用率)。由于照光时刻不同, 药物在组织和血液中的分布不同, 照射相同的时间, 得到的治疗效果差别较大。一般先照射的光斑治疗效果明显好于第二或者第三个光斑。

针对上述问题, 分别仿真给药后即刻照光和给药 40 min 后照光两种条件下, 组织中光毒性物质产量分布情况。通过模型分析问题原因, 提出改进策略, 最后在临床中应用新的治疗策略后, 使治疗效果明显改善。

3.1 传统临床治疗条件仿真

传统临床治疗时, 一次治疗多光斑情况采用相同的照光时间长度。一般第一光斑为静脉注入光敏剂后即刻照光, 另一个为第一个光斑治疗结束后再照光。治疗条件一般为第一个光斑: 给药即刻照光, 照光时间 40 min; 第二个光斑: 给药 40 min 后照光, 照光时间 40 min。利用已经建立的模型分别仿真上述两组条件下单线态氧产量分布情况。

模型条件为血管直径 $60 \mu\text{m}$, 光敏剂参数采用 PSD-007 的实验参数, 光敏剂扩散速率取 $D_m = 1 \mu\text{m}^2/\text{s}$, 氧的扩散速率取 $D_s = 1500 \mu\text{m}^2/\text{s}$, 照光时间为 40 min, 激光波长为 532 nm, 激光的强度采用平均值 $P = 100 \text{mW}/\text{cm}^2$ 。仿真结果分别如图 3(a), (b) 所示。从图中可以看出给药 40 min 后开始照光, 照射相同的时间, 组织中单线态氧产量明显下降, 从而使第二个光斑的治疗效果远不如第一个光斑。

3.2 对传统治疗条件的改进

通过仿真发现传统治疗方法中存在的问题后, 提出了新的方案, 即增加第二个光斑的照射时间。通过不断仿真, 最后确定将第二个光斑的照射时间延长至 55 min。其他条件相同时, 得到的光毒性物质的产量与第一光斑近似相同, 仿真结果如图 3(c) 所示。

将图 3 三种仿真条件下, 组织中各个位置的平均单线态氧产量对比见图 4 所示。横坐标 1, 2, 3 为乳头层微血管, 血管中心深度分别为 $130 \mu\text{m}$, $260 \mu\text{m}$ 和 $450 \mu\text{m}$; 4, 5, 6 为相应深度的真皮; 7 为表皮基底层, 深度是 $60 \mu\text{m}$ 。这里需要说明的是, 尽管第二光斑延长照光时间至 55 min, 血管周围单线态氧产量的峰值仍然比第一光斑血管周围单线态氧产量峰值小。但是由于照光时间长, 单线态氧产量在血管周围的分布更均匀, 因此第二光斑延长照射时

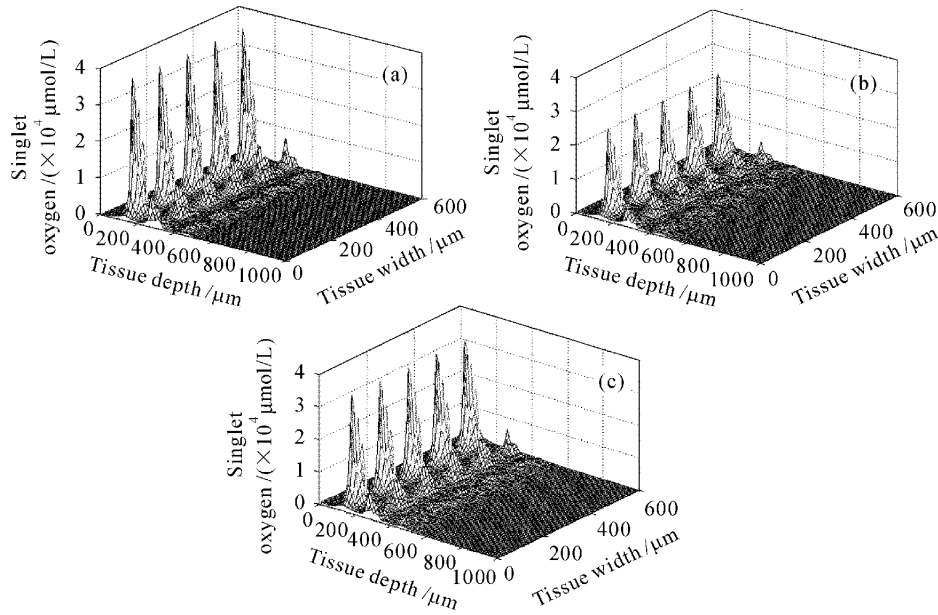


图 3 给药后 0~40 min (a), 40~80 min (b) 和 40~95 min (c) 照光时组织和血管中¹O₂ 的产量图
 Fig. 3 Yield of singlet oxygen during 0~40 min (a), 40~80 min (b) and 40~95 min (c)

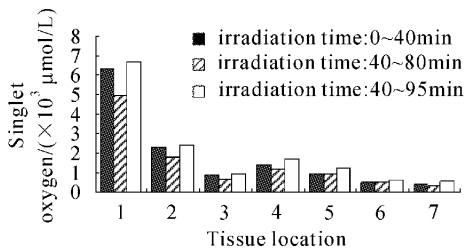


图 4 不同治疗时间血管和组织中¹O₂ 的产量比较
 Fig. 4 Compare of yield of singlet oxygen under three simulation conditions in different tissue location

间后血管周围的平均单线态氧产量比第一光斑略高。

4 临床实验

根据图 3 仿真结果,设计临床实验,观察通过增加治疗时间来增加血管周围单线态氧产量,使第二

光斑的治疗效果得到改善。

4.1 材料与方法

本组病例为自 2004 年 10 月~2005 年 1 月在解放军总医院激光科门诊接受光动力疗法治疗的鲜红斑痣患者 83 例,年龄 2~34 岁,皆为需要进行两个光斑治疗的患者。其中对照组为 2004 年 10 月~2004 年 11 月期间治疗的病人,处理组为 2004 年 12 月~2005 年 1 月期间治疗的病人。病变分布于头面颈部,病情分级标准为: P1(红斑颜色为粉红色,多见于儿童); P2(红斑颜色为暗红色); P3(红斑颜色为深红色); P4(红斑颜色为浅紫色); P5(红斑颜色为深紫色); P6(红斑颜色为深紫色,并且表面增厚)^[16]。病人一般情况及检验结果见表 2,两组差异无统计学意义。

采用光敏剂 PSD-007 给药 3.5~5 mg/kg, IECu-10 型铜蒸气激光器照光,处理组的第二光斑照光时间为 55 min,对照组的照光时间为 40 min。

表 2 病人一般情况表
 Table 2 Information of patient

	Number	Age	Sex		Type					
			Male	Female	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Experimental group	50	13.9±9.8	21	29	0	0	1	7	27	15
Control group	33	15.3±9.6	11	22	1	0	0	1	18	13

表 3 处理组和对照组第二光斑疗效比较
Table 3 Compare of curative effect

	Number	Therapeutic effect /numbers				Therapeutic effect /%			
		—	+	++	+++	—	+	++	+++
Experimental group	50	2	16	27	5	4.0	32.0	54.0	10.0
Control group	33	7	18	8	0	21.2	54.6	24.2	0.0

4.2 治疗效果

采用文献[17]中给出的疗效分级标准:“—”病变无改善;“+”病变红色略减退或增厚部略变薄;“++”病变红色明显减退或增厚部明显变薄接近正常皮肤;“+++”病变红色大部消退或增厚部变平同正常皮肤。

对上述病例回访,得到如表 3 所示的治疗结果。

统计分析知道,治疗效果有明显差异,处理组的结果明显优于对照组。同时对不良反应也进行了比较,结果没有明显差异。说明通过延长照光时间,可以改善第二光斑的治疗效果,在临床上具有一定的实际意义,同时也说明仿真模型在研究和应用光动力治疗方法中具有一定的积极作用。

5 结 论

深入分析影响光动力治疗的各个子过程的模型基础上,针对鲜红斑痣具体的组织特点,建立了适合光动力治疗鲜红斑痣的具体仿真模型。通过仿真模型,可以帮助分析实际临床应用中出现的问题,并给出解决方法。

基于临床上比较常见的第二光斑的治疗效果不满意问题,通过模型仿真实验,找出原因,并提出理想的解决方法和比较确切的治疗条件。最后在临床应用中取得比较明显的效果。

研究表明,采用仿真技术针对特殊的病变特点,建立仿真模型可以为临床研究提供一个有效的预实验平台,对于很多实际中比较疑惑的问题,可以从仿真模型中发现问题的原因,并可以通过模型对不同的治疗方案进行实验和对比,选择最佳治疗方案。仿真模型的建立对临床和理论研究都提供了一个很好的工具。

尽管上述模型已经可以部分地解决临床和理论研究中的问题,但是由于生物组织本身的复杂性,模型的准确性还需要进一步研究,同时对于治疗过程中组织特性的改变也需要在今后的研究中加以考虑。这些问题都是今后研究的重点。

参 考 文 献

- Liu Qingsen, Huang Yingcai, Li Junheng. Progress in research on photodynamic therapy in gastrointestinal tumor [J]. *Chin. J. Laser Med. Surg.*, 1994, 3(2):108~109
刘庆森,黄英才,李峻亨. 光动力治疗消化道肿瘤的进展[J]. 中国激光医学杂志, 1994, 3(2):108~109
- Tom G. Sutedja, Pieter E. Postmus. Photodynamic therapy in lung cancer. A review [J]. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 1996, 36:199~204
- Luo Ronghui, Chen Xiangcai, Liu Wanhua *et al.*. Injurious and immune effect of photodynamic therapy on mice bearing lous lung cancer [J]. *Chinese J. Lasers*, 2002, A29(8):763~765
罗荣辉,陈香才,刘婉华 等. 光动力疗法对 Louis 肺癌鼠的杀伤及免疫效应[J]. 中国激光, 2002, A29(8):763~765
- Gu Ying, Li Junheng, Guo Zhonghe *et al.*. Port wine stain treated by photodynamic therapy [J]. *Beijing Medical Journal*, 1991, 13:317
顾 瑛,李峻亨,郭中和 等. 光动力疗法治疗鲜红斑痣[J]. 北京医学, 1991, 13:317
- Chen Wenhui, Yu Jianxin, Yao Jianzhong *et al.*. Pharmacokinetic studies on hematoporphyrin monomethyl ether: A new promising drug for photodynamic therapy of tumors [J]. *Chin. J. Laser Med. Surg.*, 2000, 9(2):105~108
陈文晖,余建鑫,姚建忠 等. 光动力治癌药血卟啉甲醚的药代动力学研究[J]. 中国激光医学杂志, 2000, 9(2):105~108
- M. Forrer, T. Glanzmann, D. Braichotte *et al.*. In VIVO measurement of fluorescence bleaching of meso-tetra hydroxy phenyl chlorin (mTHPC) in the esophagus and the oral cavity [C]. *SPIE*, 1995, 2627:33~39
- Irene Georgakoudi, Michael G. Nichols, Thomas H. Foster. The mechanism of photofrin photobleaching and its consequences for photodynamic dosimetry [J]. *Photochemistry and Photobiology*, 1997, 65(1):135~144
- William P. Thorpe, Mehmet Toner, Robert M. Ezzell *et al.*. Dynamics of photoinduced cell plasma membrane injury [J]. *Biophysical Journal*, 1995, 68:2198~2206
- Thomas A. Dahl. Direct exposure of mammalian cells to pure exogenous singlet oxygen ($^1\Delta_gO_2$) [J]. *Photochemistry and Photobiology*, 1993, 57(2):248~254
- Zhou Guoyu, Zhang Zhiyuan, Li Jiang. Computed assessment of pathological images on 52 case' biopsies of port wine stain [J]. *Chin. J. Laser Med. Surg.*, 1999, 9(2):112~115
周国瑜,张志愿,李 江. 52 例鲜红斑痣颜色类别的病理图像计算机分析[J]. 口腔颌面外科杂志, 1999, 9(2):112~115
- Gerald W. Lucassen, Wim Verkruyssen, Marleen Keijzer *et al.*. Light distributions in a port wine stain model containing multiple cylindrical and curved blood vessels [J]. *Lasers in Surgery and Medicine*, 1996, 18:345~357
- Lai Jiancheng, Li Zhenhua, Wang Chunyong *et al.*. Angular distribution of backscattered light from locally pathological tissues irradiated by pencil light [J]. *Acta Optica Sinica*, 2003, 23(11):1403~1408
来建成,李振华,王春勇 等. 线光束照射下局部病变组织背散

- 射场角分布研究[J]. 光学学报, 2003, 23(11):1403~1408
- 13 Wim Verkruyse, John W. Pickering, Johan F. Beek *et al.*. Modelling the effect of wavelength on the pulsed dye laser treatment of port wine stains [J]. *Appl. Opt.*, 1993, 32(4): 393~398
- 14 Cheng Gang, Zhong Qihai, Liu Fanguang *et al.*. Modeling and simulation of the acting factors on vascular selectivity of photodynamic therapy [J]. *Chinese J. Lasers*, 2005, 32(6): 864~868
程 刚, 钟秋海, 刘凡光等. 鲜红斑痣光动力治疗模型仿真初步研究[J]. 中国激光, 2005, 32(6):864~868
- 15 Xu Yunzhang, Chen Shenglin, Chen Yudong *et al.*. Pharmacokinetic studies on photosensitizer (PSD-007) [J]. *Acad. J. Sec. Mil. Med. Univ.*, 1986, 7(2):82~85
- 徐允璋, 陈绳林, 陈宇东等. 癌光卟啉静脉滴注后的临床药动力学研究[J]. 第二军医大学学报, 1986, 7(2):82~85
- 16 Wang Kai, Gu Ying, Liu Fanguang *et al.*. The several clinic questions of port wine stain treated by photodynamic therapy [J]. *Chin. J. Laser Med. Surg.*, 2002, 11(3):190~192
王 开, 顾 瑛, 刘凡光等. 光动力疗法治疗鲜红斑痣在临床应用应注意的几个问题[J]. 中国激光医学杂志, 2002, 11(3):190~192
- 17 Gu Ying, Liu Fanguang, Wang Kai *et al.*. A clinic analysis of 1216 cases of port wine stain treated by photodynamic therapy [J]. *Chin. J. Laser Med. Surg.*, 2001, 10(2):86~89
顾 瑛, 刘凡光, 王 开等. 光动力疗法治疗鲜红斑痣 1216 例临床分析[J]. 中国激光医学杂志, 2001, 10(2):86~89

美国激光医学学会第 26 届年会简介

2006 年 4 月 5~9 日, 美国激光医学学会 (ASLMS, 网址 <http://www.aslms.org>) 在美国马萨诸塞州首府波士顿召开了第 26 届年会。该会吸引了 20 多个国家约 300 名学者专家、研究生和医用激光设备公司的代表参加。

会议共录用了 282 篇论文, 其中我国有 8 篇论文入选 (华南师范大学入选 7 篇; 暨南大学第四附属医院入选 1 篇)。所有与会论文的摘要刊登于 *Laser in Surgery and Medicine* 杂志 2006 年的增刊(S18)上。

今年的大会采用了多元化的交流形式, 包括会前短训班 (有偿)、大会、小组会议、午餐会 (有偿)、专题研讨会 (有偿)、专家座谈、多媒体视频展示、专题学术讨论会、墙报交流、展览、无记名拍卖、会员会议等 12 种形式。其中无记名拍卖是首次在会议中举行, 由展览公司捐助激光和强脉冲光作为拍卖品, 所得基金 ASLMS 用于扩展教育计划和提供更多资助给相关领域研究者。大会主要是主席致辞、研究进展报告和会议获奖人演讲, 包括《偏振: 几乎被忘记的参数》(名人纪念奖得主 Walsh 讲演)、《准分子激光屈光手术的概念、产生和发展》(Stephen Trokel

讲演)、《初学者的思想倾向》(发言人奖得主 Arndt 讲演)、《皮肤激光/光治疗 2006 年展望》(名人纪念奖得主 Geronemus 讲演)、《在专业领域的护理美德》(护理奖得主 Sprague 讲演)。小组会议有 9 个主题, 包括基础科学、皮肤植皮术、光动力治疗和皮肤植皮术联合、护理和健康、眼科、耳鼻喉学、光生物调节作用、外科应用和泌尿学。短训班有 7 个主题, 包括健康护理中激光安全观念、激光和普通光除毛发、基础激光生物物理、激光安全、激光治疗包括腿部静脉的血管疾病、护理与健康 and 激光皮肤重建。专家座谈有两个主题, 激光在小儿科的运用和静脉消融。专题研讨会会有 5 个主题, 包括激光手术的争辩、皮肤移植技术、光动力治疗、非消融与胶原重建和避免激光手术的并发症。

下次年会将于 2007 年 4 月 11~15 日在德克萨斯州的 Grapevine 举行, 投稿截止日期为 2006 年 10 月。

华南师范大学激光运动医学实验室,
广东 广州 510631
程 蕾, 刘承宜
收稿日期: 2006-05-09