

## 掺钕铝酸钇 (YAP: Nd<sup>3+</sup>) 倍频激光器的研究

**Abstract:** A frequency doubler for YAP laser was studied and compared with the frequency doubled YAG laser. The result shows that the SHG conversion efficiency of YAP is 3.2 times higher than that of YAG.

掺钕铝酸钇(YAP: Nd<sup>3+</sup>)是继 YAG 之后出现的一种新的激光晶体。因为 YAP 激光输出是偏振光, 这对于各种非线性光学应用, YAP 晶体将显示出较 YAG 晶体更为优越的特点。我们根据 YAP 激光晶体可输出偏振光的特点, 实验研究了这种激光器的倍频特性。

把倍频晶体碘酸锂(LiIO<sub>3</sub>)置于腔内, 分别对 YAP 和 YAG 激光进行腔内倍频实验。实验装置如图 1。

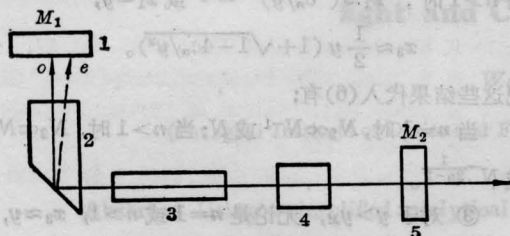


图 1 腔内倍频实验装置

实验所用的 YAP(*b* 轴)和 YAG 激光棒的尺寸大小、晶体的光学均匀性、激光效率等参数基本上都是一样的。对激光器件的膜片 M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub> 经过严格的挑选, 使其分别满足 YAP 和 YAG 腔内倍频的要求。M<sub>1</sub> 膜片分别对 YAP 和 YAG 的基波和谐波全反射, M<sub>2</sub> 膜片分别对 YAP 和 YAG 的基波全反射, 谐波全透明。

在测量基波能量时, 须把 M<sub>2</sub> 膜片换成对基波透过率最佳的膜片, 测出基波最佳输出能量。激光能量是用预先经过标定的炭斗和检流计(1.9 mJ/div)测量。

分别对 YAP 和 YAG 两种激光晶体进行了腔内倍频实验比较, 其实验结果列于表 1。

表 1 YAP 和 YAG 腔内倍频实验结果

| 激光晶体 | 泵浦输入 (J) | 基波输出 (mJ) | 谐波输出 (mJ) | 单向谐波转换效率 (%) |
|------|----------|-----------|-----------|--------------|
| YAP  | 40.50    | 52.82     | 14.50     | 27.45        |
| YAG  | 40.50    | 70.30     | 6.02      | 8.56         |

由表 1 列的实验结果看出, YAP 腔内倍频单向谐波转换效率较 YAG 腔内倍频谐波转换效率高 2.2 倍。这样, 也就从实验上证明了输出线偏振光的 YAP 激光晶体的倍频转换效率要比输出无规偏振光的高。

本工作曾和苏锴同志作过有益的讨论, 在此表示感谢。

(中国科学院长春应用化学研究所)

王西坡 彭桂芳

1986 年 1 月 20 日收稿

## 闪光灯泵浦脉冲染料激光器用于激光血卟啉治癌

**Abstract:** Technical specifications of the flashlamp pumped dye laser for curing cancer with HpD is introduced and the test results on animals and clinical practices are given.

实体恶性肿瘤的光动力学诊断与治疗, 经过几年来国内外的实践, 逐步确立了临床医疗上的地位。目前采用的氩激光泵浦的连续波染料激光器, 由于系统结构复杂等影响了治癌方法的推广应用。

我们于 1982 年开始研制用于血卟啉治癌的闪光灯泵浦脉冲染料激光器。已达到经光纤输出平均功率 1.5 W, 重复频率 20 次/s, 激光脉冲宽度 5 μs, 中心波长 628.5 nm, 双灯串联输入 25 J/脉冲, 寿命

表1 不同激光加血卟啉照射动物肿瘤 10 天后肿瘤转移率对比

| 组别       | 动物数 | 转移例数 |    |      |    | 转移百分比 | 备注           |
|----------|-----|------|----|------|----|-------|--------------|
|          |     | 肺    | 淋巴 | 二者合并 | 总数 |       |              |
| 脉冲激光     | 7   | 1    | 1  | 0    | 2  | 28.5% | 2例均为 I 级转移   |
| He-Ne 激光 | 7   | 3    | 2  | 2    | 3  | 42.8% | 3例均为 III 级转移 |
| 对照组      | 6   | 2    | 0  | 0    | 2  | 33.3% | 2例均为 I 级转移   |

表2 不同激光加血卟啉照射动物肿瘤 16 天后肿瘤转移率对比

| 组别       | 动物数 | 转移部位 | 转移程度分级 |   |   |    |     | 总计 | 转移百分比  |
|----------|-----|------|--------|---|---|----|-----|----|--------|
|          |     |      | -      | ± | + | ++ | +++ |    |        |
| 脉冲激光     | 21  | 肺    | 10     | 1 | 8 | 2  | 0   | 10 | 47.62% |
|          |     | 淋巴   | 20     | 0 | 0 | 1  | 0   |    |        |
| He-Ne 激光 | 22  | 肺    | 14     | 2 | 6 | 0  | 0   | 6  | 27.27% |
|          |     | 淋巴   | 21     | 0 | 0 | 1  | 0   |    |        |
| 对照组      | 12  | 肺    | 4      | 0 | 6 | 2  | 0   | 8  | 66.67% |
|          |     | 淋巴   | 9      | 1 | 1 | 1  | 0   |    |        |

表3 激光加血卟啉照射肿瘤后 16 天肺转移灶发生率及程度组织学观察对比

| 组别       | 动物数 | 转移部位 | 转移阳性程度 |   |    |    |     | 转移例总计 | 转移百分比 |
|----------|-----|------|--------|---|----|----|-----|-------|-------|
|          |     |      | -      | ± | +  | ++ | +++ |       |       |
| 脉冲激光     | 25  | 肺    | 6      | 3 | 7  | 5  | 4   | 16    | 64%   |
| 血卟啉+脉冲激光 | 27  | 肺    | 5      | 2 | 10 | 6  | 4   | 20    | 74%   |
| 对照组      | 42  | 肺    | 4      | 3 | 17 | 11 | 7   | 35    | 83%   |

大于  $10^7$  次。从而使整机达到临床实用的水平。

为了检验脉冲激光照射是否引起肿瘤的转移, 我们先后进行了三次大量动物实验, 比较脉冲、连续和不照激光三种条件下动物肿瘤转移的几率。表 1、2、3 分别给出三次实验的统计结果。表明在常用

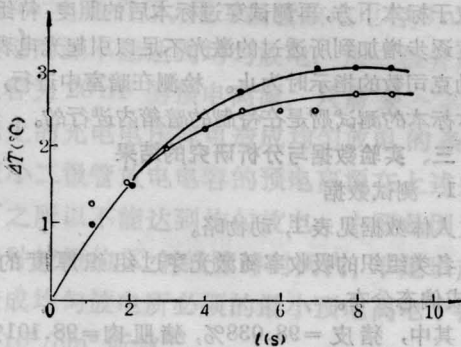


图1 脉冲连续激光在肿瘤组织内的温升

●—脉冲激光; ○—连续激光

治疗的剂量下, 脉冲和连续激光照射均未发现有促进肿瘤转移的作用。

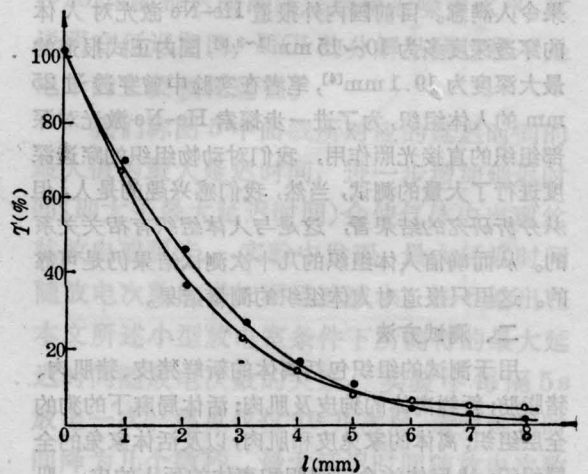


图2 脉冲、连续激光在肿瘤中不同深度的光透率

为进一步了解脉冲激光在血卟啉治癌中的使用价值,我们进行了脉冲与连续激光照射在动物肿瘤内引起的温升、穿透深度以及对动物恶性肿瘤的综合抑制作用的比较实验,结果见图1~3。

几年来用这一激光系统先后治疗了10例口腔及体表恶性肿瘤,8例均近期治愈,其中3例做了手术,活检均未发现癌细胞,最长的已达三年,未见复发。另外1例明显好转,结痂未脱。还有1例乳头帕哲氏病,治疗后活检仍有肿瘤,病人要求手术而未进一步治疗。

闪光灯泵浦脉冲染料激光器做为血卟啉治癌的光源,与氩激光泵浦的连续波染料激光器相比,结构简单,使用与维护方便,价格仅为后者的1/3,水电消耗为后者的1/10。能为更多中小院所采用,具有推广价值。

参加本项工作的还有刘义崇、高孟林、高进、耿子蕃等同志。

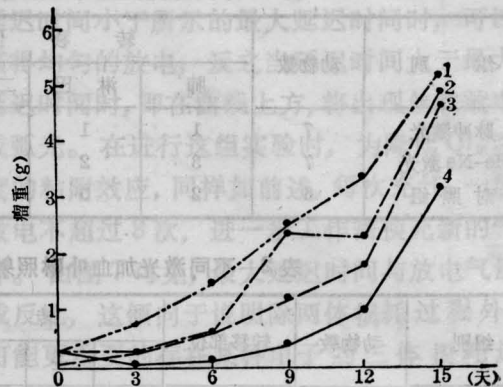


图3 不同激光疗效对比

1—对照组(未照激光); 2—铜蒸气激光;  
3—氩激光泵浦染料; 4—闪光灯泵浦染料

(华北光电技术研究所 杜全波 李秀华  
1985年12月26日收稿)

## He-Ne 激光穿透组织后的测定与研究

**Abstract:** Testing data on 1363 examinations of animal body tissues penetrated by He-Ne laser light were analyzed and compared with those of the man.

### 一、前言

用 He-Ne 激光治疗某些疾病所取得的优良效果令人满意。目前国内外报道 He-Ne 激光对人体的穿透深度多为 10~15 mm<sup>[1-3,5]</sup>,国内正式报道的最大深度为 19.1 mm<sup>[4]</sup>,笔者在实验中曾穿透过 25 mm 的人体组织,为了进一步探索 He-Ne 激光对深部组织的直接光照作用,我们对动物组织的穿透深度进行了大量的测试,当然,我们感兴趣的是人,但从分析研究的结果看,这是与人体组织有相关关系的。从而确信人体组织的几十次测试结果仍是可靠的。这里只报道对人体组织的测量结果。

### 二、测试方法

用于测试的组织包括离体的新鲜猪皮、猪肌肉、猪脂肪;新鲜离体的狗皮及肌肉;活体局麻下的狗的全层组织;离体的家兔皮和肌肉,以及活体家兔的全层组织;人尸体的全层组织和离体的死人的皮、肌肉。还有活人全层组织(七位工作人员)。

单种离体组织的制备是将组织切成约 7×5×0.5~1 cm 长方形切片,在测试时用多片同类组织重迭至总厚度。非离体的全层复合组织则是从剔毛的皮肤表面计算到深部的总厚度。对每个厚度的标本,先测激光穿透组织前的照度,然后将照度表的探头放于标本下方,再测试穿过标本后的照度,待组织厚度逐步增加到所透过的激光不足以引起电表最小勒克司数的指示时为止。检测在暗室中进行,而离体标本的测试则是在特制的暗箱内进行的。

### 三、实验数据与分析研究的结果

#### 1. 测试数据

人体数据见表1,动物略。

各类组织的吸收率随激光穿过组织厚度的增加,成偏态分布。

其中,猪皮=98.038%,猪肌肉=98.101%,猪脂肪=97.876%,狗皮=99.025%,狗肌肉=99.486%,兔肌肉=97.236%,死人皮=98.851%,