科学札记

激光对人体肝癌细胞系 BEL-7402 的生物效应的实验研究

Abstract: In this paper, we report several changes observed after 7402 cells were irradiated with a CW argon laser of low intensity. The effects on 7402 cells treated and untreated with HPD after being irradiated are compared. The wavelength effect is studied simultaneously.

激光在医学领域中的应用，目前最引人注目的是在肿瘤学上的应用，而光化疗法又是治疗恶性肿瘤的一种新方法。我们以人体肝癌细胞系 BEL-7402 细胞为实验样品，选用扩束 Ar^+ 激光进行了激光对恶性肿瘤细胞的生物效应实验研究，观察了照射后的若干改变，比较了 Ar^+ 激光与血卟啉衍生物(HPD)结合的光化反应和单纯使用 Ar^+ 激光的光照反应，并进一步作为 HPD 波长效应的实验研究。

实验条件和方法

无菌条件下接种细胞(50万或100万细胞/毫升)，每培养瓶3毫升，接种后20小时进行激光照射；照射后20小时加秋水仙素；4小时后作细胞总数和台盼蓝阳性反应细胞计数；最后按常规法制备染色体，计数每1000个细胞中的M期细胞和前期细胞。

需用 HPD 进行活性染色的7402细胞，于接种后加入无毒浓度的 HPD 溶液。

实验结果

一、未经 HPD 活性染色的7402细胞，当用直径 $D=1$ 厘米、剂量分别为1500、1250、1000、750、500、300、200、100焦耳/厘米^{2}的 Ar^+ 激光照射后，与对照组相比：(1)细胞总数明显减少，而且是随照射剂量增加而减少；(2)台盼蓝阳性反应细胞明显增多，而且随照射剂量增大而增多；(3)平均分裂指数降低，而且随照射剂量增大而降低；(4)前期细胞增加。

二、用 $D=2$ 厘米、照射剂量最高达1500焦耳/厘米^{2}的 Ar^+ 激光照射未经 HPD 活性染色的7402细胞后，对照组和照射组的各观察指标未见有统计学意义的改变；但当用浓度为0.24微克/毫升的 HPD 染色后，用 $D=2$ 厘米、剂量仅200焦耳/厘米^{2}的 Ar^+ 激光照射后，与对照组相比，照射组细胞总数减少，台盼蓝阳性反应细胞增多，平均分裂指数下降，前期细胞增加。

三、7402细胞经0.1和0.24微克/毫升的 HPD 溶液分别处理后，再用 $D=2$ 厘米、剂量为500焦耳/厘米^{2}的 Ar^+ 激光照射后，细胞总数减少以0.24微克/毫升的 HPD 溶液处理组更明显；经相同浓度(0.24微克/毫升)的 HPD 处理后的7402细胞，分别用200、300、400焦耳/厘米^{2}的照射剂量和 $D=2$ 厘米的 Ar^+ 激光照射，细胞总数减少以400焦耳/厘米^{2}组最明显。

四、经0.24微克/毫升的 HPD 溶液活性染色后的7402细胞，分别用 $D=2$ 厘米的 Ar^+、He-Cd、He-Ne 激光进行照射，结果：(1)100焦耳/厘米^{2}的 Ar^+ 激光和100、200焦耳/厘米^{2}的 He-Ne 激光照射后，各观察指标与对照组无明显差别；(2)150焦耳/厘米^{2}的 Ar^+ 激光和100、150焦耳/厘米^{2}的 He-Cd 激光照射后，细胞总数减少、台盼蓝阳性反应细胞增多、平均分裂指数下降、前期细胞增加；(3)照射剂量均为150焦耳/厘米^2，He-Cd 激光照射后细胞总数减少较 Ar^+ 激光照射后更明显。

结论

一、Ar^+ 激光的照射可引起7402细胞的严重损伤和死亡，照射剂量越大，严重损伤和死亡细胞越

多。

Ar^+ 激光照射抑制7402细胞的有丝分裂，并使丝裂前期时间延长。

用 $D=1$ 厘米的 Ar^+ 激光照射未经 HPD 活性染色的7402细胞时，产生上述结果主要是由于 Ar^+ 激光的光效应，热效应是次要的。

二、Ar^+ 激光与 HPD 相结合的光化反应，对7402细胞的杀伤和细胞分裂的阻抑作用要比单纯使用 Ar^+ 激光照射的光照反应有效得多。

三、光化反应中，产生的效应、HPD浓度和 Ar^+ 激光的照射剂量这三者间的关系是：HPD 浓度相同时，效应随照射剂量增加而增强；照射剂量相同时，效应随 HPD 浓度增加而增强。

四、分别用 Ar^+、He-Ne、He-Cd 三种不同波长的激光照射经 HPD 活性染色的样品时，以 4416Å 波长的 He-Cd 激光效果最佳。

（上海第一医学院眼耳鼻喉科医院
激光医学研究室 刘永珍 吴学愚
中国科学院上海光机所 刘颂豪
王福贵 1882年9月15日收稿）

小型连续波 HF 化学激光器

Abstract: The structure and performances of a small CW HF chemical laser are described. A total of 18 lines from $V=1-0$ and $2-1$ transitions have been observed. The maximum single line output is 900 mW. In single frequency operation, the short-term frequency stability is about 20～30 MHz.

小型连续波 HF 化学激光器在大功率 HF 化学激光器的诊断、激光化学动力学研究、大气传输、大气污染探测、红外光学材料性能测量以及红外光谱等方面有着广泛的用途。我们研制的直流放电驱动的小型连续波 HF 化学激光器具有结构简单、工作稳定和输出较强的特点。

一、激光器结构

本激光器的结构基本上与文献[1, 2]的相同，图1为装置的示意图。

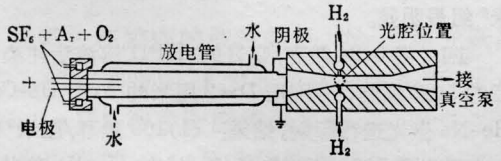

图1 激光器示意图（光腔未画出）

放电管为水冷的玻璃管，内径25毫米，长500毫米。阳极是8根直径2毫米，长200毫米的铜丝。阴极是水冷铝环，内孔 ϕ25 毫米。SF_6+Ar+O_2 混合气体在放电管中直流放电作用下，产生F原子，在混合区中展开成 3×150 毫米的截面。混合段用黄铜做成，用水冷却。H_2 气流通过上下板的各50个 ϕ0.3 毫米的小孔垂直注入主气流中，H_2 和 F 反应产生振动激发态的 HF 分子。混合段的两侧装有布儒斯特窗，窗口为 CaF_2 片，窗口附近的空间用 N_2 气冲洗，以除去基态 HF，否则 $V=1\rightarrow0$ 的谱线不能振荡。反应气体用70升/秒的泵抽走，激活区处气流速度约100米/秒。

光腔为全外腔，由全反镜和光栅组成，全反镜是曲率半径为1米的镀金镜，光栅是由长春光机所刻制的，闪耀波长为2.5微米，刻线密度300条/毫米。经测量，该光栅在2.8微米附近，对偏振面垂直于刻线方向的偏振光反射率可达88～90%，光栅的零级用作耦合输出。镜调节架固定在两块合金铝板上，铝板用三根 ϕ20 毫米铟钢棒支撑，以保持腔长的稳定，光腔光轴在加 H_2 孔附近。激活区长150毫米，腔长为35厘米左右。全反镜固定在压电陶瓷上，改变压电陶瓷上的电压，即可调节腔长。为减少光腔的振动，整个装置放在用橡胶减震的防震台上。

二、激光器性能

激光器工作的一般参数是：放电电流：50～200毫安，气流量：Ar：200毫升/秒，SF_6：50毫升/秒，O_2：10毫升/秒，H_2：100毫升/秒。对不同的跃迁，这些参数要作相应调整才能达到最大输出。我们一共得到18条谱线，对应的功率列于表1。强线的激光功率的波动可小到5%，而弱线则可达20%。

由于腔长短，纵模间距428兆赫，大于 HF 的线