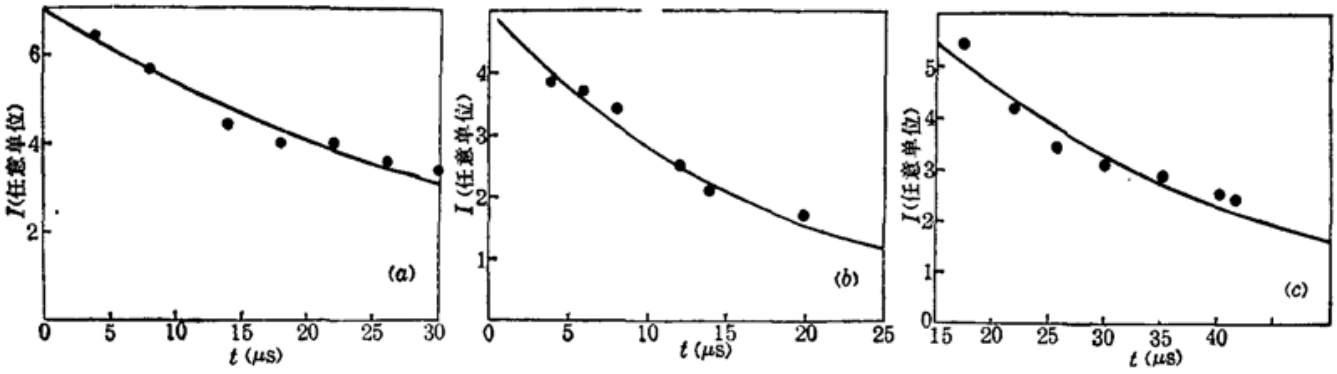

图 5　激光感生荧光与延迟时间的关系

"●"-实验点，实线为拟合曲线。(a)572.2 nm 在阴极孔外激发，$\tau=36.5\mu s(\pm10\%)$；(b) 578.2 nm 在阴极孔内激发，$\tau=17.5\mu s(\pm10\%)$；(c)510.6 nm 在阴极孔外激发，$\tau=29\mu s(\pm10\%)$

实验结果表明，利用 HCD 灯作为原子蒸气源，采用窄脉冲放电获得亚稳态粒子并用脉冲激光延时激发测量亚稳态能级寿命是一种很有潜力的方法。其实验装置简单且容易操作。对目前的实验误差和系统误差进行估算，结果表明精度可达 ±10%。进一步改进可望大大提高实测精度。应当指出，目前的结果是存在缓冲气体碰撞下的结果，进一步测量气压变化曲线可外推到亚稳态的实际寿命。此外通过与原子束装置测量结果比较，更可以获得有关碰撞影响的信息。

参 考 文 献

1 Noble M. Nerheim, *J. Appl. Phys.*, **48**, 3244(1977)
2 V. A. Kelman *et al.*, *Sov. J. Quant. Electr.*, **14**, 1460(1984)
3 A. A. Isaev *et. al.*, *Sov. J. Quant. Electr.*, **16**, 1517(1986)
4 殷立峰，胡企铨 *et al.*，光学学报，**5**(7)，673(1985)
5 胡企铨，殷立峰 *et al.*，中国激光 **13**(2)，91(1986)

(收稿日期：1990 年 1 月 4 日)

He-Ne 激光照射对小白鼠抗体形成细胞的影响

高美华　邱世翠　李武修　刘爱荣
(山东滨洲医学院免疫室，256603)

Effects of He-Ne laser irradiation on antibody forming cell in mice

Guo Meihua, Qiu Shicui, Li Wuxiu, Liu Airong
(Department of Microbiology, Binzhou Medical College, Binzhou)

Abstract: QHS and SRFC were applied to observe the effects of He-Ne laser irradiation on AFC in mice. The results show the spleen region in mice irradiated by He-Ne laser at three different power levels can increase antibody forming cell activities. The laser irradiated group

was compared with that of the noemal control group, the difference was highly significant ($P<0.01$). The resluts show that laser may have some immunoreguation action.

Key words: He-Ne laser, AFC

本文从免疫学角度探讨激光照射对小白鼠抗体形成细胞的影响，弄清激光的免疫效应，为激光的临床应用提供可靠的免疫学理论依据。

材料和方法

1．仪器：采用HNZSQ-2型氦氖激光照射器，波长632.8 nm，输出功率6 mW、8 mW、24 mW。

2．动物选择与分组：取健康昆明种小白鼠96只，体重20～22 g，雌雄各半，随机分组，每组6只。I组：对照组，除不进行激光照射外，其它条件同实验组。II组：小功率激光组，用6 mW He-Ne激光照射。III组：中功率激光组，用8 mW激光照射。IV组：大功率激光组，用24 mW激光照射脾区。

3．激光照射方法示于表1。

表1

组别	I	II	III	IV
输出功率(mW)	0	6(原束)	8(原束)	24(原束)
能量密度(J/cm²)	0	10.41	13.89	41.67
光斑直径(mm)	0	2	2	2
照射距离(cm)	0	50	50	75
照射时间(min)	0	10	10	10
照射次数	0	10/5	10/5	10/5
照射部位	0	脾区、胸腺区	脾及胸腺区	脾区、胸腺区

最后一次照射后24小时，将小鼠摘眼球放血致死，进行免疫学检测。

4．免疫学检测方法

(1) 定量溶血分光光度测定法(QHS)[1]。是一种检测抗体形成细胞数目及活性的体外试验。主要测定B细胞分泌抗体的能力及免疫应答后期的体液免疫状态。在实验(激光照射)的第5天腹腔注射5%绵羊红细胞(SRBC)0.2 ml/只，实验第11天将小鼠处死，无菌操作取脾，制成脾细胞悬液(2×10^7/ml)，然后取上述脾细胞液，0.2% SRBC及1:10补体各1 ml，在试管内混匀，37°C水浴1小时，离心1500 rpm/分，5分种，取上清液于721分光光度计460 nm波长处测OD值。

(2) 血清凝集素测定[2]即检测B细胞分泌抗体的能力及抗体滴度。在激光照射的第3天皮下注射5% SRBC，实验的第11天摘眼球取血，分离血清。取不同稀释度的待检血清0.2 ml，于96孔微型反应板中进行抗体滴定。

结果分析

上述实验结果表明He-Ne激光照射可增加抗体形成细胞数目，促进抗体的产生。尤其大

功率激光连续照射组效果最佳，详见表 2。

表 2　He-Ne 激光照射脾区对 QHS 反应值(OD)的影响

组别	动物数	照射部位	照射次数	OD 值 ($\bar{x}\pm s$)	P
I	6	0	0	1.239±0.152	
II	6	脾区	10	1.496±0.212	<0.01
III	6	脾区	10	1.673±0.071	<0.01
IV	6	脾区	10	1.746±0.068	<0.01

从中可见激光照射组(II、III、IV) OD 值明显增高，与对照组相比($P<0.01$)，差异显著。各激光照射组间经方差分析证明大、中功率(III、IV)组与小剂量激光组(II)相比($P<0.01$)，有显著差异，而大功率与中功率激光组 OD 值相比($P>0.05$)，差异不显著。由此表明激光连续照射具有增强抗体形成细胞活性的作用，尤其大功率激光照射组(IV 组)更显著。

表 3　激光隔日照射对 QHS 反应值的影响

组别	动物数	照射部位	照射次数	OD 值 ($\bar{x}\pm s$)	P
I	6	0	0	1.224±0.141	
II	6	脾区	5	1.384±0.018	<0.05
III	6	脾区	5	1.584±0.028	<0.01
IV	6	脾区	5	1.681±0.024	<0.01

从表 3 可见不同功率的 He-Ne 激光隔日照射具有促进抗体形成细胞产生的作用。经方差分析证明各激光组与对照组相比($P<0.05$, $P<0.01$)，差异显著，各激光组间相比(III、IV 组与 II 组相比) $P<0.01$，差异更为显著，而大与中功率组(III, IV)相比 $P>0.05$，差异不显著，由此表明激光的体液免疫增强效应与激光能量密度、激光照射次数有关。

表 4　He-Ne 激光照射 5 次与照射 10 次 QHS 反应值(OD)比较

组别	激光照射 10 天 OD 值	激光照射 5 天 OD 值	P
I组	1.239±0.152	1.224±0.141	>0.05
II 组	1.496±0.212	1.384±0.018	>0.05
III 组	1.673±0.071	1.584±0.028	<0.05
IV 组	1.746±0.068	1.681±0.024	<0.05

表 4 表明激光连续照射 10 次与照射 5 次组相比较，隔日照射(5 次)组效果略差于同功率连续照射组，两者相比 $P<0.05$，差异显著。故以连续照射 10 次为佳。

表 5　激光照射脾区和胸腺区对 QHS 的影响

组别	动物数	照射部位	照射时间	照射次数	OD ($\bar{x}\pm s$)	P
I	6	0	0	0	1.396±0.045	
II	6	脾区+胸腺区	10′	10	1.467±0.024	<0.01
III	6	脾+胸腺区	10′	10	1.558±0.05	<0.01
IV	6	脾区+胸腺区	10′	10	1.748±0.04	<0.01

表6 He-Ne激光照射对小鼠血清凝集素的影响

组别	动物数	血清凝集素	P
I	6	1:71.26	
II	6	1:100	>0.05
III	6	1:126	<0.05
IV	6	1:333	<0.01

表5显示采用三种不同功率的激光同时照射胸腺区及脾区，可促进抗体形成细胞的形成，各激光照射组与对照组相比 $P<0.01$，差异非常显著。各激光照射组间相比($P<0.01$)，也非常显著。与单一脾区照射组结果比较($P>0.05$)，差异不显著。由此可见激光单纯照射脾区与同时照射脾区及胸腺区结果相似，无明显区别。

表6说明激光照射对小鼠血清凝集素的产生有明显的促进作用。尤其大功率激光组(IV)与对照组相比($P<0.01$)，差异高度显著。说明大、中功率激光连续照射可促进抗体的形成。各激光组间经统计学处理 $P>0.05$，差异不显著。

讨 论

本研究结果表明 He-Ne 激光照射脾区，可促进小鼠抗体形成细胞的产生；增强抗体形成细胞活性；增加抗体滴度；增强体液免疫功能的作用。

激光对抗体形成细胞的增强作用与激光照射时间、次数、部位及能量密度有关。这是由于免疫细胞(T、B)分别位于不同的免疫器官，B细胞主要定居于脾脏，而T细胞主要位于胸腺，因此照射脾区主要激活B细胞，从而增强机体的体液免疫功能，照射胸腺区，可增强细胞免疫功能，但对抗体形成细胞无明显影响。激光照射次数、能量密度影响免疫功能的强度，这是激光的累积效应的体现。

激光的免疫增强效应的机理，一般认为，激光具有光、热、磁、压四种效应，当激光照射脾区时，激光的热效应可作为B细胞的激活剂，由此使B细胞活化，细胞内酶活性增加，核糖核酸、糖原及蛋白质合成增多，细胞代谢加快，B细胞增殖、分化，产生大量效应物质即抗体，使机体体液免疫功能增强[3,4]。

Goldman 曾报道[5]，激光具有免疫刺激作用，本文的研究结果同样证明 He-Ne 激光照射对抗体形成细胞有增强作用，与国外报道基本相符。

综上所述激光具有免疫调节剂的作用，尤其大、中功率激光连续照射10日为一疗程效果最佳。激光的免疫增强作用可能是激光治愈疾病的主要机理。本文为激光的临床治疗提供了可靠的免疫学依据。但是激光与生物体的相互作用是一个复杂的过程，有待进一步探讨。

参 考 文 献

1 M. A. Simpson, J. J. Gozzo, *J. Immunol. Methods*, **21**, 159 (1978)
2 徐学瑛 *et al.*, 药学学报, **2**(1), 76 (1979)
3 K. Eidmann *et al.*, *Phys.*, **30**, 2568 (1984)
4 韩洪富 *et al.*, 应用激光, **8**(1), 47 (1988)
5 L. Goldmann, The Biomedical Laser, Technology and Clinical Applications. Springer-Verlag, New York. 1981, 229