

## 空战激光模拟器眼效应实验

胡富根 郑建平 徐碣敏

(北京军事医学科学院放射医学研究所)

空中激光射击模拟实战训练演习, 为激光技术在空军中重要应用之一。但需对激光模拟器进行眼效应实验, 观察激光发射头输出端是否对眼有损伤作用, 以确保飞行人员和地面部队人员的安全。

## 一、激光模拟器的主要性能及剂量测量仪器

激光模拟器采用砷化镓半导体激光器, 工作物质为砷化镓, 发射 $0.900\mu\text{m}$ 波长的近红外激光, 脉宽 $400\text{ns}$ , 脉冲重复频率 $10\text{kHz}$ , 激光发射头输出口直径为 $22\text{mm}$ 。

激光发射头输出口的照射剂量测量<sup>[1]</sup>, 使用RK-5200型激光功率比率计, 配用RKP-545型热释电探测器, 仪器均经中国计量科学研究院标定。

## 二、实验方法

实验动物选用青紫兰灰兔, 体重 $2\sim 3\text{kg}$ , 照前用检眼镜检查眼的屈光介质及眼底正常。以 $0.5\%$ 复方托品酰胺散大瞳孔(直径 $9\sim 10\text{mm}$ )后, 兔装在兔盒内, 置于调节架上, 用两束He-Ne激光瞄准, 使兔眼角膜中心对准激光发射输出口正中, 两者相距 $50\text{mm}$ 。

照后 $1\text{h}$ 、 $24\text{h}$ 内分别用检眼镜观察眼底, 部分眼底进行彩色眼底照相, 每次检查均由两人以上进行复核。

## 三、实验结果

为模拟空中激光连续射击时飞行人员接受多次照射的条件, 实验分四组进行, 单眼接受脉冲重复频率 $10\text{kHz}$ , 分别连续照射 $5$ 、 $10$ 、 $30$ 、 $60\text{min}$ , 总计 $44$ 只兔眼, 接受 $4.4\times 10^8$ 个脉冲照射, 见表1:

表1 激光照射兔眼实验分组及照射剂量

组别	脉冲重复率 (kHz)	照射时间 (s)	角膜平均入射功率密度 ( $\text{W}/\text{cm}^2$ )	照射眼数 (只)	脉冲数 (个)
1	10	300	$4.55\times 10^{-4}$	20	$6.00\times 10^7$
2	10	600	$3.11\times 10^{-4}$	10	$6.00\times 10^7$
3	10	1800	$3.59\times 10^{-4}$	10	$1.80\times 10^8$
4	10	3600	$3.67\times 10^{-4}$	4	$1.44\times 10^8$

收稿日期: 1987年4月22日。

实验结果表明,青紫兰灰兔眼无论接受10kHz重复率砷化镓激光脉冲照5或10、30甚至60min,于照后1、24h以检眼镜检察,均未见损伤。

#### 四、结果分析

1.砷化镓激光为近红外激光,其对眼的损伤主要为视网膜。本实验以青紫兰灰兔眼(44只),受砷化镓激光 $4.44 \times 10^8$ 个脉冲照射,眼底未见损伤。表明在本实验条件下,单脉冲照射未引起眼损伤。

2.从单眼所接受的剂量来看,20只眼接受5min照射( $6.00 \times 10^7$ 个脉冲),10只眼接受10min照射( $6.00 \times 10^7$ 个脉冲),10只眼接受30min照射( $1.80 \times 10^8$ 个脉冲),4只眼接受60min照射( $1.44 \times 10^8$ 个脉冲)。其单眼总入射剂量,超过单次脉冲照射剂量的二个甚至三个数量级,眼底亦未出现损伤。表明在这种多次脉冲照射条件下,检眼镜观察未见有损伤的加重效应。

3.根据国际现行的激光安全使用标准<sup>[2~4]</sup>,砷化镓激光的单脉冲、重复脉冲列,平均功率密度的辐照限值(EL)或称最大容许辐照量(MPE)与实测及计算值进行比较(见表2)。

表2 实测剂量与激光安全的最大容许辐照量比较

照射时间 (s)	单脉冲能量密度(J/cm <sup>2</sup> )		重复脉冲列能量密度 (J/cm <sup>2</sup> )		平均功率密度(W/cm <sup>2</sup> )	
	MPE	实测值	MPE	实测值	MPE	实测值
300	$7.5 \times 10^{-8}$	$4.56 \times 10^{-8}$	$2.25 \times 10^{-1}$	$1.36 \times 10^{-1}$	$1.08 \times 10^{-3}$	$4.55 \times 10^{-4}$
600	$7.5 \times 10^{-8}$	$3.11 \times 10^{-8}$	$4.5 \times 10^{-1}$	$1.87 \times 10^{-1}$	$9.09 \times 10^{-4}$	$3.11 \times 10^{-4}$
1800	$7.5 \times 10^{-8}$	$3.59 \times 10^{-8}$	1.35	$4.46 \times 10^{-1}$	$8.0 \times 10^{-4}$	$3.59 \times 10^{-4}$
3600	$7.5 \times 10^{-8}$	$3.67 \times 10^{-8}$	2.7	1.32	$8.0 \times 10^{-4}$	$3.67 \times 10^{-4}$

由表可见,实值及计算值均低于激光安全标准的最大容许辐照量。

#### 小 结

采用砷化镓半导体激光器的空战模拟器,输出波长为0.900μm近红外激光,脉冲重复率为10kHz,连续照射5、10、30、60min结果,44只青紫兰灰兔眼均未见损伤。剂量测量及剂量计算结果表明其单脉冲、重复脉冲的能量及平均功率密度均低于激光安全使用标准的最大容许辐照量。

#### 参 考 文 献

- [1] 施良顺等,空战激光模拟器的剂量测量报告,1986年6月。
- [2] Sliney D. et al., Safety with Lasers and Other Optical Sources—A Comprehensive Handbook, Plenum Press, N.Y., 1980.
- [3] ANSI, Z.136.1-1980, American National Standard for Optical Sources, Plenum Press, N.Y., London.
- [4] Environ Hlth Criteria 23: Lasers and Optical Radiation, WHO, Geneva, 1982.

## 气囊导管术

目前正在进行的激光应用研究的另一工作是疏通动脉,称为导管术。因血小板在靠近心脏的血管内积聚而引起堵塞,这种情形称为动脉粥样硬化,最后导致心脏病突发。目前为缓解症状普遍采用的外科办法是对人伤害很大的心脏外科,在堵塞处两端移植一段新动脉作为旁通管。近来发展的一项新技术,叫做气囊导管术,对人的伤害比较小。将一根纤维插入血管,伸至堵塞处,纤维前端有一气囊,让气囊充气膨胀,排除堵塞物。手术过程中,病人保持清醒。但这种技术仍可能破坏动脉组织。新的替代法是通过穿入血管的光纤传送激光束,将血管堵塞物彻底烧掉。初步研究表明,对于未钙化的柔软血小板堵塞物,激光能有效而干净地把它除掉;对于钙化了的堵塞物,则较难清除。

医学应用的其它研究是有关大脑和脊柱部位的微细神经外科手术。高功率的可见或红外激光的大多数应用场合只是把激光器当作高级手术刀或焊炬。激光应用最令人感兴趣的可能是更有效地利用其高功率,以及紫外光子改变物质化学状态的能力。随着科学家和工程师们对激光的巨大潜在能力的认识日益提高,可期望将有更多新的应用得到发展。

译自 SPECTRUM, 1986, No. 203.

杨慕贤 译 江德全 校

(上接第29页)

### Experiment on ocular effect of GaAs laser simulator used in Air Force training

Hu Fugen © Zheng Jianping Xu Jiemin

(Beijing Institute of Radiation Medicine)

#### Abstract

44 chinchilla rabbit eyes were exposed to GaAs laser simulator used in Air force training at a wavelength of 0.900  $\mu\text{m}$ , repetitive rate 10 kHz, 5, 10, 30, 60 min exposure duration. The results indicated that no ocular lesion was revealed. The measurements and calculations of exposure dosages of that device were lower than laser maximum permissible limits of intrabeam viewing.