

# 488 毫微米氩离子激光对动物视网膜 损伤阈值的实验研究

赵桐真 党治平 安晓岳 张孝儒 郭文琦

(西安医科大学第一附属医院)

**提要:** 本文报道了波长 488 nm 的氩激光对兔及猴眼视网膜损伤的实验研究结果;求得氩激光通过前置镜及平行光后的  $ED_{50}$  值;并测定出在这两种照射光束条件下的角膜及视网膜上的光斑直径。

## Experimental study on injury threshold of animal retinas by 488 nm laser irradiation

Zhao Tongzhen, Dang Zhiping, An Xiaoyue, Zhang Xiaoru, Guo Wengqi

(The First Affiliated Hospital, Xian Medical University)

**Abstract:** This paper reports the experimental results about the retinal injury of animals arising from 488 nm laser irradiation. The  $ED_{50}$  of the retinal injury in rabbits and monkeys were obtained when the laser beam is parallel or passing through convergent lens. We also measured the facular diameter at cornea or retina with either beam.

### 一、实验条件

照射光源: 360 型氩离子激光器, 连续输出, 模式:  $TEM_{00}$ - $TEM_{01}$ , 最大输出功率 6W, 发散度 0.5 mrad, 光稳定度 <4%。

照射光路: 激光束经倒置望远镜系统扩束为  $\phi 6$  mm 的平行光, 用电磁快门控制照射时间, 光束经  $\phi 3$  mm 限孔射出裂隙灯及前置镜, 定点照射固定在五维调节架上的兔眼。

监测系统:

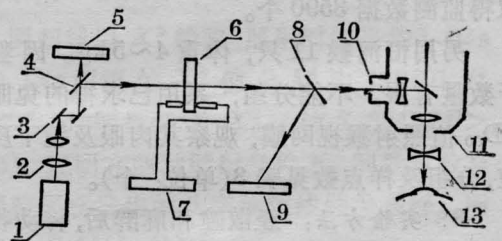
1. 对激光输出功率的稳定性及光束射入  $\phi 3$  mm 限孔的光斑漂移, 分别用 GG-3 型快速功率计及 R<sub>j</sub> 7200 型能量计进行监测。

2. 照射时间的监测: 用 SDK-4 型定时控制器调整照射时间, QD-1 型数字计时仪对快门启动的实际照射时间进行监测。照射时间控制系统测量误差 <0.001%。

测量仪器:

LW-1 型功率计及 SD2490 型快速数字功率计, 测量误差 < $\pm 2\%$ 。

用分划板显微目镜测定法, 测出  $\phi 3$  mm 激光束在裂隙灯、前置镜后角膜表面及视网



488 nm 氩离子激光器照射眼底光路示意图

1—氩离子激光器; 2—倒置望远镜扩束器; 3—导光臂; 4—分束镜; 5—功率监测; 6—电磁快门; 7—时间监测; 8—分束膜片; 9—能量计(光斑漂移监测); 10— $\phi 3$  mm 限孔光阑; 11—裂隙灯; 12—补偿凹透镜( $F_2'$ ); 13—眼球

膜上光斑直径分别为  $833\mu\text{m}$  及  $62\mu\text{m}$ 。并测出  $\phi 3\text{mm}$  平行光入射角膜在视网膜上光斑直径为  $900\mu\text{m}$ 。室温  $17\sim 22^\circ\text{C}$ ，相对湿度在  $75\sim 80\%$ 。

## 二、实验

1. 照射量分组：将预备实验(表1)所得到的照射剂量范围，按等比级数分为七个剂量组(表2)。

表1 预备性实验

剂量(W/cm <sup>2</sup> )	照射时间(s)	
	1	0.145
最大剂量	6.54	11.28
最小剂量	3.77	4.16
测量仪器	LW-1型功率计 SD2490型功率计	

表2

剂量(W/cm <sup>2</sup> )	照射时间(s)	
	1	0.145
1	6.54	11.28
2	5.967	9.56
3	5.444	8.09
4	4.967	6.85
5	4.532	5.90
6	4.143	4.92
7	3.77	4.16

2. 实验动物选择及分组：选用  $2\text{kg}$  左右的青紫蓝灰兔，经目测或必要时检查眼底，将色素差异较大者摒除不用，共计用兔  $56$  只，照射样点数  $718$  个，观察光伤斑  $231$  个，取得监测数据  $3590$  个。

另用恒河猴  $11$  只，体重  $4\sim 5\text{kg}$ 。因猴子数量有限，不能分组，系用已求得的兔眼  $\text{ED}_{50}$  值照射猴视网膜，观察其肉眼及镜下反应，分组及样点数见表3(单位：个)。

3. 实验方法：经散瞳和麻醉后，将动物固定在五维调节架上，裂隙灯固定不动，调整固定架，使激光束能由与角膜面垂直方向射入眼底，同时又能比较清楚地看到眼底，在视盘下方约  $1/4$  至  $1$  个视盘径的水平位置(猴则在乳头与黄斑之间)照射两排，每排三个

表3

兔实验组	1(s)	0.145(s)
分组总数	7	7
动物个数/组	7	4
样点数/眼	6	7~8
样点总数	248	470

点，两点间相距两个点的距离，为便于观察和寻找反应斑，在小剂量照射组有时给一个较大剂量的照射点(Ⅱ级反应斑)作标志点。

4. 观察及记录：照射后当时的反应作为即刻反应。照射后第一小时在检眼镜下观察，以刚可见到的光斑伤作为阳性反应的标准，它的形态学外观表现远小于临床光凝治疗最小的Ⅰ级反应斑，即直径小于  $1$  个弧度角，淡灰色圆形外貌。

## 三、实验结果

实验结果见表4~7。

同样方法，用兔的  $\text{ED}_{50}$  倍数剂量照射了人网膜  $50$  个样点，出现  $50\%$  反应率的剂量

表4 488nm 氩离子激光、1秒(经前置镜)  
第1小时兔视网膜反应情况

组号	剂量(W/cm <sup>2</sup> )	样点数(个)	反应数(个)	反应率(%)
1	6.54	48	48	100
2	5.967	48	41	85
3	5.444	48	33	69
4	4.967	48	26	54
5	4.532	48	17	35
6	4.134	48	9	19
7	3.77	48	0	0

表5 488 nm 氩离子激光、0.145秒(经前置镜)  
第1小时兔视网膜反应情况

组号	剂量(W/cm <sup>2</sup> )	样点数(个)	反应数(个)	反应率(%)
1	11.28	64	64	100
2	9.56	64	53	82.81
3	8.09	64	44	68.75
4	6.85	56	31	55.35
5	5.80	64	23	35.94
6	4.92	64	16	25.00
7	4.16	64	0	0

表 6 488nm 氩离子激光、0.145 秒(经前置镜)

第 1 小时猴视网膜反应情况

组号	剂量 (W/cm <sup>2</sup> )	照射点数 (个)	反应点数 (个)
1	6.54×0.5	12	0
2	6.54×1	12	2
3	6.54×1.5	18	3
4	6.54×2	10	5

表 7 488 nm 氩离子激光、0.145 秒、平行光束

第 1 小时猴视网膜反应情况

组号	剂量 (W/cm <sup>2</sup> )	照射点数 (个)	反应数 (个)	反应率 (%)
1	6.54×2	20	4	20
2	6.54×3.5	20	9	45
3	6.54×4	20	11	55
4	6.54×5	18	9	69
5	6.54×5.5	12	10	83
6	6.54×5.8	11	11	100

(6.54W/cm<sup>2</sup> 系兔之 ED<sub>50</sub> 值)

在 2.7 倍左右,由全部结果可见:损伤阳性率与照射剂量呈正相关。同一波长的激光,造成同等几率的损伤,如果照射时间缩短,则所需剂量增大。

#### 四、数据处理

用加权回归法求得:

1. 各组角膜的 ED<sub>50</sub> 值详见表 8。
2. 各组视网膜的 ED<sub>50</sub> 值见表 9。

#### 五、组织病理学观察

用已计算出的 ED<sub>50</sub> 值,采用同样的方

(上接第 608 页)

随着当前 CO<sub>2</sub> 激光在实验室、医学和工业等各方面日益广泛应用,且所用的功率一般比较高,至少数十瓦,在应用过程中,CO<sub>2</sub> 激光束可通过工具、手术器械等镜面反射造成角膜损伤,如果不当心用眼直视光束,则其后果不堪设想。由于红外光往往不象可见

表 8

实验对象	照射时间 (s)	照射方式	光斑直径 (mm)	ED <sub>50</sub> (W/cm <sup>2</sup> )
兔	1	经前置镜	0.833	4.827
		平行光	3	0.396
	0.145	经前置镜	0.833	6.54
		平行光	3	0.504
猴	0.145	经前置镜	0.833	13.08
		平行光	3	1.8
人	0.145	经前置镜	0.833	17.65

表 9

实验对象	照射时间 (s)	照射方式	光斑直径 (mm)	ED <sub>50</sub> (W/cm <sup>2</sup> )
兔	1	经前置镜	0.062	510.09
	0.145	经前置镜	0.062	649.27
		平行光	0.9	3.08

(已校正前置镜及眼介质损耗)其他照射条件下均可依此类推,故有实用价值。

法和条件照射兔眼 2 只,其中照射时间为 0.145 秒的一组,还在阈值剂量的上下分别选择了 2 个阶梯剂量,各照射了一个眼球,共照射了六个眼球,于照射后第一小时取材,做石蜡包埋,连续切片 30~90 张,HE 染色观察(结果详见专文报告)。

本实验参加者:张德秀、耿立德、艾红、李玉俊、姜北生、吴廷璧、延文惠、张红、马淑娴。

#### 参考文献(略)

光那样容易被人引起注意,故其危害更大。

#### 参 考 文 献

- [1] H. M. Leibowitz *et al.*; *Arch. Ophthalmol.*, 1969, **81**, 713.
- [2] C. J. Campbell *et al.*; *Am. J. Ophthalmol.*, 1968, **66**, 604.