

脉冲二氧化碳激光辐照人皮肤损伤阈研究

陈 迹 施良顺 钱焕文 李恩江 张建军

(北京军事医学科学院放射医学研究所)

本实验用脉冲二氧化碳激光辐照人前臂屈侧皮肤, 观察皮肤红斑发生率和红斑出现时间。皮肤红斑发生率与照射剂量呈线性关系, 大剂量时, 皮肤红斑发生率高, 低剂量照射时, 红斑发生率低。得出MRD₅₀的照射剂量约0.4J/cm²。

Research on human skin injury threshold of pulsed carbon dioxide laser

Chen Ji, Shi Liangshun, Qian Huanwen

Li Enjiang, Zhan Jianjun

(Institute of Radiation Medicine, Academy of
Military Medical Sciences)

Abstract

The pulsed carbon dioxide laser was used to irradiate the flexor surface of the right forearm in this experiment. The incidence of cutaneous erythema and the time of erythema occurrence were observed. The results showed that the higher the dose of radiant exposure, the higher is the erythema incidence. A linear dose-effect relationship was obtained and the MRD₅₀ was approximately 0.4J/cm².

相当大。

用消光法检测测距机(具有大的接收口径, 并用ADP作探测器)是否在实用条件下具有某测距能力时, 必须考虑背景噪声因素, 利用上述的公式对传统的T值进行修正。

参 考 文 献

- [1]、[2]、[3] Arcocchi and Shulz-Dubois. Laser handbook, 1972, .
Vol. 2, P. 1756~1758.

作者简介: 殷占英, 男, 1942年6月出生。工程师。现从事舰用激光技术的研究。

收稿日期: 1987年7月21日。

激光技术在军事上有广泛地应用,如激光测距,军训中模拟武器,激光指示器与激光通信等,其中CO₂激光的应用日渐增多。从激光安全防护角度出发,研究CO₂激光对眼与皮肤损伤阈值的报道,多是关于连续输出的CO₂激光的材料^[1~3]。而未见到脉冲CO₂激光对人皮肤损伤阈值的研究。为制定我国军用激光安全防护标准,需要提供脉冲CO₂激光对中国人皮肤的损伤阈值的生物学数据,为此设计了本实验。

实验方法与实验对象

实验仪器:为中国科学院物理研究所研制的真空放电脉冲式输出CO₂激光器,腔长1.05m,直径50cm,输出波长10.6μm,脉冲宽度为~180ns,输出不稳定性±5%,最大输出能量760mJ,但实验用350mJ。

剂量测量:脉冲CO₂激光束经过锗透镜聚焦(焦距约14cm),再通过直径为5mm的光阑孔进入JNK-1型激光能量计,后者由AC15/5型检流计显示,测试其对人皮肤照前与照后的输出能量,以便达到所要求的照射剂量。

参试人员:本实验的参试者均为本实验室的男性科技人员,共13名,均为汉族,平均年龄为42.5±8.9岁,由于实验室条件限制均照射右前臂皮肤,激光照射前,将前臂屈侧皮肤洗净,轻轻擦干,并涂一次生理盐水,水干后进行激光照射。照射前将前臂屈侧皮肤划出方格,其第一照射点为肘窝中心横纹下3cm处,以每隔2cm间距照射下一个样点,两排方格共16~18个样点。前臂屈侧皮肤各样点照射不同的激光剂量,使不同反射比的皮肤分配在九个剂量组内,每组为10~16个样点不等,以便求得群体的50%最小红斑剂量(MRD₅₀)。

观察方法:激光照射后立即进行宏观检查受照区的皮肤反应与红斑出现时间,以后定时随访检查,除记录红斑发生时间外,还记录红斑的形态表现,一般均由两个人观察为准并照象记录之。

实验结果

本实验共照射198个样点,其中有效样点为190个,分配在9个剂量组中,每组的10~26个照射样点(表1)。从表1中可以看出,脉冲CO₂激光照射人的前臂屈侧皮肤时,其红斑发生率因照射剂量而异,照射剂量大,皮肤红斑发生率高,反之,因照射剂量低,皮肤红斑发生率也低。如第1~3剂量组分别照射较高的剂量,皮肤红斑发生率均为100%,而第9剂量组照射剂量最低,在26个皮肤照射样点中只出现一个红斑,而且很微弱,只占3.8%。

皮肤红斑的出现时间因照射剂量而异。大剂量照射时,受照区皮肤红斑出现的快,发生率也高,低剂量照射时,皮肤红斑发生率低,出现的时间迟。如第1~3剂量组受照区皮肤红斑发生率均为100%,其出现时间也较快而早,其中有4人皮肤红斑是激光照射后立即出现,另外9人的皮肤红斑是在激光照射后1~70min内才出现。第4~8剂量组的皮肤红斑大多数是在激光照射后半小时到1h才发生的,而第9剂量组只在激光照射后10h才出现一个微弱的皮肤红斑(表2)。这说明因辐照剂量降低,在24h观察期内皮肤红斑的出现时间逐渐推迟。

受照区皮肤形成小而圆的红斑,但并不隆起,只是在局部呈红色(图1),经过一段时间有的人皮肤红斑稍有痒感,照射后48h痒感基本消退,皮肤红色也呈暗红色或变淡而消失。

MRD₅₀的计算:在本实验条件下,第1~3剂量组的皮肤红斑发生率均为100%,因此

表1 脉冲CO₂激光对人前臂屈侧皮肤的辐照量与红斑发生率

组别	平均照射剂量±5x (mJ)	照射能量密度 (mJ/cm ²)	样点数 (个)	红斑发生数 (个)	红斑发生率 (%)
1	148.4±5.9	757.1	26	26	100
2	133.8±4.2	682.7	26	26	100
3	125.6±1.1	640.8	10	10	100
4	114.6±3.6	584.7	26	25	96.2
5	104.0±2.3	531.6	16	14	87.5
6	84.2±1.7	429.6	26	17	65.4
7	69.8±2.2	356.1	16	4	25.0
8	53.4±0.7	272.4	26	3	11.5
9	31.4±2.4	160.2	26	1	3.8

表2 激光照射后不同时间红斑发生数的分布

组别	照射剂量 (mJ)	红斑数 (个)	照后即刻	1~60min	1~5h	5~24h
1	148.4	26	8(30.8%)	16(61.5%)	2(7.7%)	—
2	133.8	26	8(30.8%)	18(69.2%)	—	—
3	125.6	10	2(20.0%)	8(80.0%)	—	—
4	114.6	25	—	23(92.0%)	2(8.0%)	—
5	104.2	14	—	10(71.4%)	4(28.6%)	—
6	84.2	17	—	9(52.9%)	8(47.1%)	—
7	69.8	4	—	1(25.0%)	3(75.0%)	—
8	53.4	3	—	—	2(66.7%)	1(33.3%)
9	31.4	1	—	—	—	1(100%)

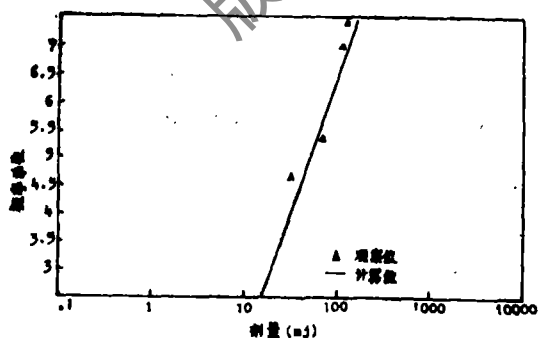


图1 脉冲CO₂激光辐照人皮肤损伤阈概率分析曲线

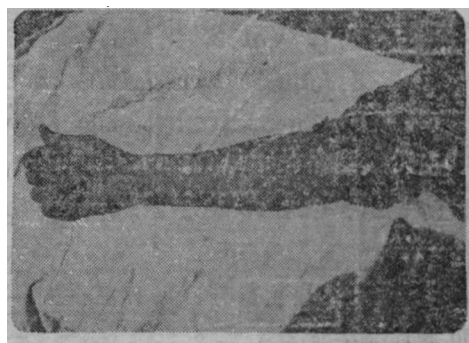


图2 激光照射后人的前臂皮肤上出现的红斑

在统计学处理时舍去了第1~2组,其余七个剂量组为125.6~31.4mJ(图2)。将各组的激光照射剂量与其相应的皮肤红斑发生率经二次迭代加权概率单位分析微机处理,其MRD_{0.05} = 73.97mJ, 95%可信限范围为0.34282~0.41024mJ/cm²。

讨 论

CO₂激光发射波长为10.6μm。它在水中很容易被吸收,而水对CO₂激光的消光长度很短,只有0.3mm左右[4],其吸收系数α很大,约为950cm⁻¹。皮肤是含有很多水份的人体器官,其含水量约为62~71%,50%的近红外线穿入皮肤深度大约是0.8mm[5]。因此,CO₂激光对皮肤照射主要是先蒸发水份,然后造成局部皮肤温度升高,即输入的CO₂激光能量大于局部组织的散热能力,局部皮肤受热,使毛细血管扩张,因而出现红色斑点,即皮肤红斑。而皮肤色素含量对吸收10.6μm波长的能量影响很小。

通常认为激光对皮肤的损伤没有对眼损伤那么重要,但皮肤损伤阈值可以和眼角膜损伤相比较。除了可见光谱区的激光与近红外光谱区(400~1400nm)对视网膜损伤外,皮肤损伤阈值大体上和角膜损伤阈极为相近[6],但受激光照射的可能性皮肤却大于角膜,脉冲CO₂激光辐照兔角膜750ns时,其MRD_{0.05}是200mJ/cm²[7],这和本实验条件下所得实验值(脉宽约为180ns, MRD_{0.05}约389.3mJ/cm²)很相近。

结 论

本实验用脉冲CO₂激光辐照人前臂屈侧皮肤,观察皮肤红斑发生率和红斑的出现时间及其存在的形态。皮肤红斑发生率与辐照剂量呈线性关系,大剂量照射时,红斑发生率高,低剂量激光照射时,红斑发生率低,得出50%的皮肤红斑发生率的脉冲CO₂激光的照射剂量,即MRD_{0.05}约等于73.97mJ(脉宽是~180ns),每平方厘米389.3mJ。

参 考 文 献

- [1] R.J.Rockwell et al.,AD/A-012703.
- [2] 吴庆贞等,《中国激光》,1985年,第12卷,第10期,第597~599页。
- [3] 史宏敏等,《中国激光》,1985年,第12卷,第10期,第589~591页
- [4] M.L.Wolbarsht et al.,Laser applications in medicine and biology, 1977, Vol.2, P.245.
- [5] M.J.Suess,Nonionizing radiation protection, WHO regional office for Europe, Copenhagen, 1982, P.69~95.
- [6] A.S.Brownell et al.,AD-785609.
- [7] A.П.Мясников и др.,Воснно-Медицинский журнал, 1978, No.3, P.63~64.

作者简介:陈述,男,1927年出生。副研究员。从事激光生物效应研究工作。北京市激光医用委员会委员。

钱煥文,男,1950年11月出生。工程师。从事激光器件研究。

收稿日期:1987年10月3日。