

信号的影响。

1. 检测器输出信号幅度随  $A$ 、 $B$  电极间距的减小而增大

检测器内为 1 个大气压的空气，电缆  $C_2$  短路， $A$ 、 $B$  电极间距分别取 100 微米和 50 微米，电缆  $C_1$  输出的电信号用 7904 示波器观察，这时看不到激光器输出的脉冲列，并且正负方向均有电信号输出(见图 2)。负信号大于正信号说明跑向  $A$  的多于跑向  $B$  的。电极间距为 50 微米时的输出，最大脉冲幅度约 800 毫伏，而电极间距为 100 微米时，最大脉冲幅度仅约 300 毫伏(脉冲上升时间约 6 毫微秒)。这是由于电极间距减小后，电极  $A$  能收集到更多的电子。

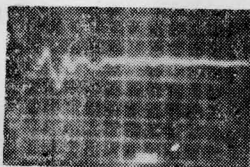


图 2 检测器内为 1 大气压空气，电极  $A$ 、 $B$  之间间距为 50 微米时输出的电信号(纵坐标 500 毫伏/格，横坐标 10 毫微秒/格)

2. 真空度改善响应特性，增大输出电信号幅度  
检测器真空度为  $5 \sim 8 \times 10^{-2}$  托，电极间距 100 微米，电缆  $C_2$  短路，这时可以明显看出激光器输出的脉冲列，如图 3 所示，响应时间也大为改善。输出信号幅度约为 2 伏，比未抽真空时约大 7 倍。

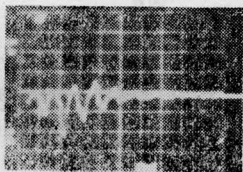


图 3 检测器内真空度为  $8 \times 10^{-2}$  托，电极  $A$ 、 $B$  之间间距为 100 微米时的输出电信号  
纵坐标 1 伏/格；横坐标 10 毫微秒/格

3. 加偏置电压进一步改善响应特性并提高输出信号幅度

在电缆  $C_2$  端上加偏置电压，芯线接负极，外导

体接正极。检测器内仍保持  $8 \times 10^{-2}$  托真空度， $A$ 、 $B$  间距 100 微米。这时输出的电信号随偏压的增高而增大，直到偏压大于 30 伏以后才不再增大。图 4 是偏压为 20 伏( $A$ 、 $B$  间的电场强度约 2 千伏/厘米)时输出的电信号，响应时间约为 3 毫微秒，信号幅度约 7 伏，比不加偏压时大 3.5 倍，而且没有正向信号。这是由于偏压在电极  $A$  和  $B$  之间形成强电场，把电子“拉”向电极  $A$  的缘故。在相同条件下，仅把偏压的极性改变，则反向后的偏压大于 5 伏以后就没有电信号输出了，因为电场阻止电子“跑”向电极  $A$ 。



图 4

纵坐标 2 伏/格；横坐标 10 毫微秒/格

4. 输入激光强度增大时，输出电信号为方波

当输入检测器的激光不经衰减而直接输入时，即最大的单个脉冲能量 1 毫焦耳，峰值功率 10 兆瓦。这时输出的电信号是一个宽度约为 0.4 微秒的方波，幅度 12 伏(其他条件与图 4 的相同)。这是由于激光引起气体的雪崩电离形成的。

如果在检测器内充以容易电离的隋性气体，如氖、氩或者氙，预料可以进一步改善响应时间和提高输出信号幅度。

## 参 考 文 献

- [1] J. S. Pearlman *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1977, 31, No. 7, 414.
- [2] D. W. Forslund *et al.*; *Phys. Rev. Lett.*, 1977, 39, No. 5, 284.

(中国科学院上海光机所 赵庆春 王笑琴

1982 年 3 月 29 日收稿)

## YAG 激光手术中的麻醉问题

**Abstract:** The fact that local anesthesia can not restraint the sense of pain caused by the irradiation of YAG laser light has been discovered in some cases. This phenomenon accounts for the effect of YAG laser in deep organic tissues and the reduced (or lost) efficacy of local anesthetic results from the irradiation of YAG laser light. In addition, the local anesthesia would also cause

the extension of scattering angle(or necrotic area), change the properties and the transmittance of the laser. All these lead to a conclusion: local anesthesia isn't suitable for YAG laser operation.

我们用六只兔和六只大白鼠,在不同的体表部位削去毛后用不同的局麻药作局麻处理,当用输出功率为500毫瓦聚焦YAG激光照射时,均看到动物有肌肉抽搐以至挣脱等反应。此外,从动物心电图上迭加的肌电指标也看到动物的痛觉反应(见图1)。从图1可见,麻醉后用激光刺激时所记录的心电图(图1(5))与未麻醉时用刀割及用激光刺激时所记录的心电图(图1(2)、(3))一样,迭加有较强烈的肌电干扰,表明麻醉后激光照射时动物因仍有痛觉而引起肌肉紧张及抽搐。但麻醉后用刀割(图1(4))时的心电图却基本无肌电干扰,与无刺激时的心电图(图1(1))大体相同,这说明该麻醉是能抑止常规局部手术所引起的痛觉的,只是抑止不了YAG激光产生的痛觉而已。实验中还发现,增加麻药注射量、浓度和注射深度,激光照射时动物的痛觉反应会稍为缓慢(或稍弱),但只要照射时间足够长(10秒~2分钟),则动物的痛反应也十分明显,且照射敏感部位时反应更

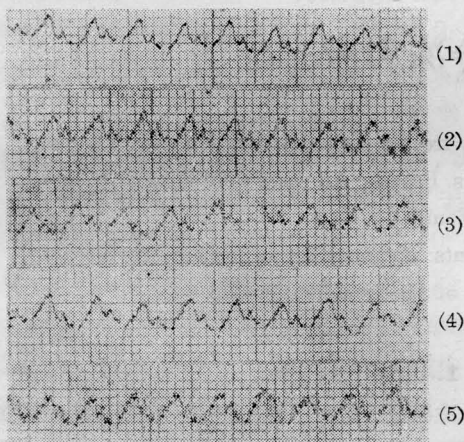


图 1

(1) 无任何刺激时的心电图; (2) 麻醉前用手术刀轻划兔大腿刚破皮时的心电图; (3) 麻醉前用YAG激光照射上述伤口侧的心电图; (4) 用2毫升2%的普鲁卡因注射液对该兔大腿部作局麻后,用刀划开长1厘米,深3毫米伤口时的心电图; (5) 紧接上述用刀割后5分钟,用YAG激光照射上述伤口附近麻醉中心区时的心电图

产生上述现象的可能因素是:

1. 机体组织对波长为1.06微米的YAG激光吸收系数较小,故贯穿深度较深的YAG激光对深部

强烈。组织的热效应不容忽视。实验中用功率为500毫瓦,表面象半径为1毫米的YAG激光照射活兔腹部皮肤表面(白皮去毛)1分钟,用温差电偶测得的温升和激光束向深度的关系如图2。可见,在1厘米深处温升有8°C(其他作者也有类似的报道,如用YAG照狗胃<sup>[1]</sup>)。正由于深部组织的热效应,一般的浅表局麻自然不起作用。

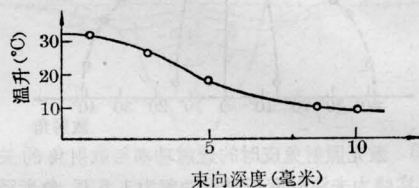


图2 激光照射时皮肤温升与激光束向深度的关系(所用皮肤层厚2毫米,下紧连皮下脂肪和肌肉)

2. 激光照射引起局麻药失效。临床上常用的局麻药多为普鲁卡因类,其结构为对氨基苯甲酸的酯。酯链结构及氨基结构都是很不稳定的,遇光、热时极易分解水解成对氨基苯甲酸钠和二乙胺基乙醇而失效。实验中用YAG激光照射三组2%的盐酸普鲁卡因溶液,按中华药典的标准测定方法,测得的分解情况如表所示,分解效果与将该溶液置于100°C下30分钟的效果相当<sup>[2]</sup>。由于绝大多数局麻药除利多卡因外都有与普鲁卡因类似的酯链结构,故都会出现被激光照射后不同程度的分解、水解而减效失效现象。

编 号	A 组	B 组	C 组
数 量(毫升)	2	2	1
液 柱(厘米)	高2 半径0.5	同左	高1 半径0.5
激光功率(瓦)	1.32	同左	同左
光斑半径(厘米)	0.5	同左	0.05
照 射 形 式	恒定照射	同左	扫射
照 射 时 间	1.5 分钟	2 分钟	2 分钟
C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> H Cl% 含量	处理前	98.73	98.73
	处理后	93.20	93.17
平均分解率(%)	5.60	5.63	5.93

(注:按中华药典要求,盐酸普鲁卡因溶液内的C<sub>15</sub>H<sub>20</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>HCl%含量应在95~105%)

除考虑上述因素外,作者还作了兔与大白鼠皮肤及肌肉等组织在注射普鲁卡因溶液前后 YAG 激光的透射率和散射角的测定。多次实验表明,激光照射局麻或表面麻醉后的皮肤肌肉组织,吸收率和散射角都会增大(见图3)。吸收率增大意味着使激光治疗深度改变,而散射角增大(20°以上)则意味着局麻使激光照射的坏死区增大。基于以上的分析,我们认为:

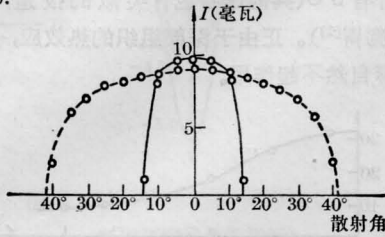


图3 激光照射兔皮时的透射功率与散射角的关系。实线为未注射麻药时用功率为1.5瓦,象半径0.5厘米无聚焦 YAG 激光照射时测得的曲线,虚线则为在半径为1厘米的兔皮面积上注入0.5毫升的2%普鲁卡因液后测得的曲线。所用兔皮厚1毫米,附1毫米皮下脂肪

(1) 在一般的中等功率 YAG 激光手术中,采用局麻或表面麻是不适宜的,使用可避免激光直接照射麻药而又能抑痛的传导麻、腰麻及全麻较合适。至于受照面积较小、照射时间很短的建议不用麻醉。

(2) 若不便于使用传导麻、全麻等,只考虑止痛效果而不顾及激光坏死区增大等问题时,也可试用较难分解失效的局麻药,如利多卡因等,并适当增加药物注射浓度、剂量和深度。

(3) 用 CO<sub>2</sub> 激光治疗面部疣子和照射白斑时也有类似局麻不能止痛的现象,故在使用其他激光作有关烧灼性手术时,也可参考上述建议。

本文在写作过程中得到刘普和教授的指导及王学雅、邓桌荣同志的帮助,在此表示感谢。

### 参 考 文 献

- [1] 久保宇市;《レーザー研究》,1979,7, No. 7, 13~29.
  - [2] 四川医学院;《药物化学》.
- (中山医学院 黄耀熊 1982年2月9日收稿)

## 皮肤癌的综合治疗—冷冻和激光疗法

**Abstract:** 13 cases of skin cancer were successfully treated with refrigeration and CO<sub>2</sub> laser. Duration of the diseases varied from 3 Months to 15 years. Results: All cases were clinically cured, some of them were followed up and no recurrence was found.

It has the following advantages over other treatments: no anaesthesia, no pain, less bleeding, decreasing metastasis of malignant cells and shortening of the treatment course.

为了探索对肿瘤,特别是恶性肿瘤的治疗方法,我们试作了几例皮肤癌的冷冻、激光综合治疗。在实践中体会到综合疗法优于各类方法的单独应用。

我院皮肤科在1979年至1980年期间,先后用综合疗法治疗皮肤癌13例,其中男性4例,女性9例,年龄最小44岁,最大79岁,平均年龄66岁。发病时间最短三个月,最长十五年。患者中基底细胞癌3例,黑色素痣恶性变3例,鳞状上皮假瘤样增生2例,鳞状上皮乳头状瘤2例,鳞状上皮癌3例。发病部位大多数在面部,仅2例黑色素痣恶性变发生于足趾部,一例鳞状上皮癌发生于臀部。全部病例用冷冻、激光综合治疗。全部临床治疗,随访未见复发。

### 1. 冷冻疗法的特点

冷冻疗法是可以治疗肿瘤,特别是治疗恶性肿瘤的。在冷冻治疗中,不论用喷射法、接触或灌注法,我们都尽量使用快速冷却和慢速复温的方法,以增加冷冻对组织的破坏作用。当然,冷冻时间越长,对组织的破坏越大,一般持续冷冻时间都超过3分钟以上的时间。

但是,冷冻并不能将肿瘤细胞彻底消灭。据动物实验对比;小白鼠右肋下接种肿瘤达1厘米左右大时,一次冷冻治疗率: -60°C为1%, -180°C为50%;二次冷冻治疗率: -60°C为26%, -180°C为62%,三次冷冻治疗率: -60°C为42%, -180°C为83%。所以应用冷冻综合治疗的方法,才可大大提