

信号测试和反复实测可得到如下结论。

用经济简单的电子系统实现,在空气湿度  $10 \pm 10$  托条件下,通过  $c_3$  拨盘和小数插补相结合的办法,对激光光波波长进行修正,它的精度好于  $1 \times 10^{-7}$ 。影响其精度因素主要是:

(1) 不计空气湿度变化造成的误差  $0.5 \times 10^{-7}$ ;

(2) 数值有理化近似运算误差  $\leq 1 \times 10^{-7}$ 。

采用拨码盘和小数插补办法,对激光波长大气补偿,其修正精度:

$$\delta = \sqrt{(0.5)^2 + 1^2} \times 10^{-7} \approx 1 \times 10^{-7}。$$

(上海第二光学仪器厂 张学能

1981年3月9日收稿)

## 氩-氖激光氖尾部照射对家兔血流速度的影响

**Abstract:** The influences of He-Ne laser illumination on blood flow rate over sacral region in a group of rabbits were observed using fluorescence angiography of bulbar conjunctival microvessels in ear to eye circulation.

Experimental results show that in normal rabbits, the circulation time after larger dosage irradiation with a density power of  $3.54 \text{ MW/cm}^2$  for 3 hours is significantly longer than that of the controlled group.

The circulation time of the microcirculatory disturbance group after the same density power radiation for 24 minutes is significantly shorter than that of the controlled group.

Through the change of blood flow rate, the mechanism of He-Ne laser treatments on the adenexitis is discussed.

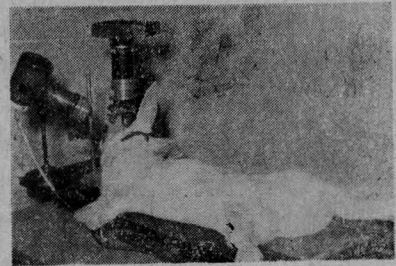
为了探讨氩-氖激光氖尾部局部照射(以下简称激光局部照射)治疗附件炎的可能机制,我们从激光对家兔血流速度的影响方面作了以下实验,现将初步结果报导如下。

### 材料与方 法

白色雌性家兔 51 只,体重 2~4 公斤,无怀孕。其中 16 只家兔根据上海第一医学院病理生理教研室以往报导的方法,用静脉注射高分子右旋糖酐的方法(分子量 32~40 万)复制血流速度缓慢、血细胞聚集的微循环障碍模型。

实验时家兔侧卧固定,不麻醉,用开睑器轻轻地张开左眼睑,用普通生物显微镜拆去载物台进行观察(照片 1)。光源用溴钨灯,按荧光显微术的要求,灯前加蓝紫色(QB-24 即 BG-12)激发滤色片,显微镜目镜中放置黄色(JB-8)屏障滤色片。放大倍数为 48~60 倍。显微摄影用 24~27 定高反差微粒胶卷,曝光时间 0.5~1.0 秒。荧光造影用 10% 荧光素钠(上海试剂总厂第三分厂出品)溶液。注射用 7 号针头。

血流速度用家兔眼球结膜荧光微血管造影法测定的耳——眼循环时间(秒)作指标,方法如下<sup>[1]</sup>: 将



照片 1 家兔眼球结膜荧光微血管造影法的装置

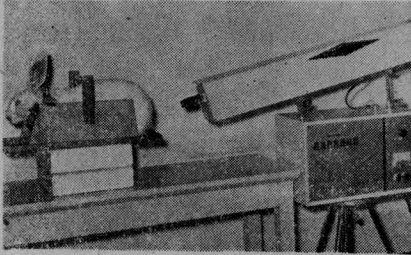


照片 2 荧光素钠进入家兔微动脉(6×10)

显微镜对准家兔左眼上穹窿部球结膜,寻找一个包括微动脉、微静脉和毛细血管网的视野。在动物安静状态下,取右耳耳缘静脉中点(即耳尖到耳根的中点)作荧光素钠静脉注射的进针部位,以 100 毫克/

公斤的剂量在三秒钟内快速推注完毕。用秒表记录从右耳耳缘静脉的中点注射荧光素钠开始到左眼球结膜上穹窿部微动脉显影为止的时间。在静脉注射开始的同时开动秒表,待显微镜视野中出现黄绿色微动脉显影(照片2)时中止秒表,这段时间即为耳-眼循环时间。秒表上的读数可精确到0.1秒。

实验用的氩-氦激光器波长为6328 Å,功率为25毫瓦。激光束通过透镜聚焦后在离开焦点1公尺处照到关在兔盒中的家兔的骶尾部(相当于中髻、次髻穴区),局部事先剪毛,光斑直径3.0厘米(照片3),激光的功率密度为3.54毫瓦/厘米<sup>2</sup>,照射剂量分为一次性大剂量(照光3小时)照光组与小剂量连续多次照光组(每天照光1次,每次照光24分钟,一疗程为15次),两组间总照光时间及剂量相等,即均为临床治疗附件炎病人一疗程总剂量的一半,对照组动物以同样方式固定,但不照激光。



照片3 氩-氦激光照射家兔骶尾部的装置

### 实验结果

一、激光局部照射对正常家兔血流速度的影响:在三组共35只家兔中,应用荧光微血管造影法测定家兔的耳-眼循环时间,结果表明,大剂量照光组血流速度比对照组和小剂量照光组明显减慢,经统计学处理,差异有显著意义( $P < 0.05$ ),小剂量照光组与对照组(不照光组)比,虽有血流速度加快,但在统计学上无显著意义( $P > 0.05$ ),见表1。造影前后心率、血压变化不显著。

表1 激光局部照射对正常家兔血流速度的影响

分 组 <sup>△</sup>	只数	耳-眼循环时间(秒)		t 值*	P 值*
		平均值±标准差			
一次性大剂量照光组	10	7.34±2.20		2.49	<0.05
多次连续小剂量照光组	10	5.26±0.93		1.10	>0.05
正常不照光对照组	15	5.87±1.59		—	—

<sup>△</sup> 各组动物的平均体重无显著差异;\* 与对照组比

二、小剂量一次激光局部照射(24分钟)对血流缓慢的家兔流速的影响:在微循环障碍动物模型复制成功的16只家兔中均有明显的细胞聚集和血流速度缓慢,应用活体生物显微镜观察眼球结膜微循环时,可见微循环及毛细血管中血流呈沙粒状,用示波器光点同步扫描法测定,血流速度均在0.5毫米/秒以下(正常线状血流,速度在1.0毫米/秒左右)<sup>[2]</sup>。将16只血流缓慢的动物分成二组,8只不照激光,称血流缓慢对照组,另8只接受小剂量一次激光局部照射(按上述剂量照24分钟),称血流缓慢照光组,实验结果表明,血流缓慢的家兔接受一次小剂量局部照光后血流速度比血流缓慢的对照(不照光)家兔明显加速,其差别在统计学上有非常显著的意义( $P < 0.01$ ),见表2。造影前后心率、血压变化不显著。

表2 小剂量一次激光局部照射对血流缓慢家兔流速的影响

分 组	只数	耳-眼循环时间(秒)		t 值	P 值
		平均值±标准差			
血流缓慢照光组	8	6.01±1.62		3.00	<0.01
血流缓慢对照组	8	7.63±0.57			

### 讨论

本文的家兔实验结果表明,正常家兔中在心率和血压无明显变化的情况下,骶尾部小剂量激光连续照射,虽使耳-眼循环时间略有缩短,提示全身血流速度轻度加快,但统计学处理无显著意义。血流已经缓慢的家兔中,在心率和血压无明显变化的情况下,一次小剂量激光局部照射,即能明显加快全身血流速度,与对照组(不照激光)比,差异非常显著( $P < 0.01$ )。这表明,小剂量激光局部照射对血流正常的家兔作用不明显,但能明显加速血流已缓慢家兔的流速。一次性大剂量激光局部照射对正常家兔非但不引起血流加速,相反导致血流速度明显减慢,原因何在,尚不清楚。在少数作过心率、血压测定的这种实验家兔中发现,一次性大剂量激光局部照射后,在血流速度明显减慢的同时,并无心率、血压的显著变化,所以血管扩张似乎不是导致血流速度减慢的主要原因。因此从改善微循环的角度看,激光局部照射的剂量以小剂量较为合适,连续多次照射似能反复给予刺激,加强改善循环的疗效。

一系列的研究表明<sup>[3]</sup>, 炎症局部与(或)全身常有明显的微循环障碍, 如血流缓慢、血细胞聚集、白细胞贴壁粘附、组织压力升高等变化, 炎症时上述微循环障碍常是许多病理变化和临床症状产生的基础, 但是这些变化并无特异性, 我们应用静脉注射高分子右旋糖酐的方法, 能在家兔微循环中复制出与炎症类似的微循环障碍, 然后对此种有严重血流缓慢、白细胞聚集的微循环障碍动物模型给予激光照射, 结果发现, 激光局部照射后, 全身血流速度加快, 因而局部营养物质的输送和代谢产物的排出也加速。Vejlens 的实验结果证明<sup>[4]</sup>, 血流速度加快能使聚集的红细胞解聚, 减少白细胞的贴壁、粘附, 从而改善组织脏器的微循环血液灌注。本院临床研究证明, 附件炎病人接受局部激光治疗后血粘度下降, 我们在少数家兔动物实验中也有类似发现, 因此激光照射后血液粘度的下降可能是血流速度加快、循环改善的基础之一。激光照射后, 循环流速加快, 加上炎症局部毛细血管壁通透性增加及组织压力的升高, 这些因素结合在一起就可能加速炎症局部组织间液向血管内转移, 从而改善全身与(或)炎症局部微循环障碍, 导致炎症局部吸收加强, 促进炎性肿

块的缩小, 甚至消失。

临床实践证明, 用激光照射治疗某些妇科疾病时, 采用直接照射病变局部(组织或穴位)的疗效较好, 因此激光的疗效机制除了有全身作用外, 局部作用十分重要, 对此值得作进一步研究。

### 参 考 文 献

- [1] 金惠铭等;《生理学报》, 1980, 7, 391~396.
- [2] 上海第一医学院病理生理教研组微循环研究组;“人体和动物微循环观察方法”, 卫生部委托举办学习班讲义之一, 1980, 7.
- [3] B. W. Zweifach *et al.*; *The Inflammatory Process*, Vol. 11, Acad Press 1973, p. 47~117.
- [4] G. Vejlens; *Bibl. Anat.*, 1964, 7, 200.

(上海第一医学院妇产科医院

丁爱华 孙时芬 丁爱基

许兴娣 李涌弦

上海第一医学院病理生理教研室 金惠铭

陈达信 阎友珍

1981年5月22日收稿)