

图6 钷玻璃固体激光打孔机方块图

二氧化碳气体激光打孔机的电气线路方块图见图5; 钷玻璃固体激光打孔机的电气线路方块图见图6。

自动送料机械(图7)包括以下部分: 1)盛放工件转动盘; 2)工件导槽; 3)推料杆; 4)导槽吸气; 5)工件; 6)工件定位夹具; 7)控制工件定位夹具推杆。

我厂激光自动打孔机是专用于对钟表宝石轴承打孔。被加工的产品厚度一般为0.30~0.40毫米, 打出孔径大小分别为0.05~0.30毫米, 激光器输出能量分别为: 钷玻璃激光器1~5焦耳, 二氧化碳激光器0.5焦耳。产品成品率接近于95%, 比机械打孔提高近10%。打出来的孔质量有时存在锥度不佳, 而影响了连续使用效率, 这时, 就调整激光腔, 使其光束输出时能量大的部分居于光束的中心; 同时, 还要调整被加工

产品的位置, 使之处于光束焦点较理想的一点(我们是凭实践观察产品而定)。

钷玻璃激光和二氧化碳激光打孔机使用时, 电压分别为900—1,400伏和35,000伏; 电容分别为500—1,500微法拉和0.11微法拉; 重复频率分别为1—2次/秒和1—4次/秒。钷玻璃寿命一百万次左右, 氙灯寿命五十万次左右; 二氧化碳激光的混合气体寿命一周左右, 因此, 就需要真空系统与激光器连接来解决。

对于孔的锥度稳定性和混合气体寿命问题, 有待于进一步探讨解决。

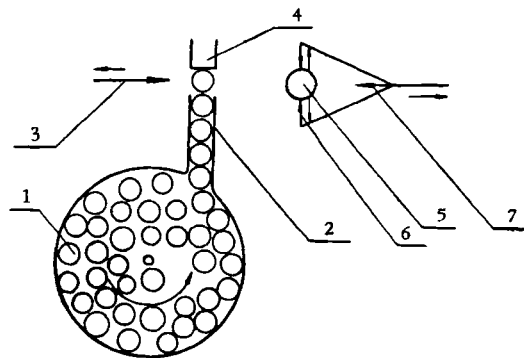


图7 自动送料机械

激光视网膜凝结机*

上海合力电机厂
上海激光技术试验站
上海第六人民医院眼科

协作组

激光是六十年代兴起的一门新技术。我们成立了研究、生产、使用三结合协作组, 制成了激光视网膜凝结机, 使这门新技术在眼科治疗中得到了成功的应用。

激光视网膜凝结机可封闭视网膜裂孔, 以达到防治视网膜脱离的效果。

视网膜是形成视觉的主要部分。外界景物经过眼睛的角膜、房水、晶状体、玻璃体后, 在视网膜上成像。通过视神经传导到大脑, 便形成视觉。视网膜具有多层结构, 其中在神经上皮层(布满着视细胞)与色素上皮层(含有丰富的黑色素)之间存在着潜在性空隙。在正常情况下, 这两层组织靠着玻璃体向外支撑的压力和脉络膜毛细血管的吸引力而保持紧密接触, 使视细胞能不断从脉络膜毛细血管取得营养供应。然而在病理状态下(例如, 常因高度近视、外伤、眼内炎症、眼内

瘤等引起), 这两层之间就非常容易发生脱离, 从而中断了脉络膜毛细血管对视细胞的营养供应, 使视细胞在营养不足的情况下逐渐失去对光感应的正常功能。这样, 病人就会感到视力骤然下降。若不及时治疗, 网膜脱落范围就会继续扩大, 视细胞因长期缺乏营养而坏死, 造成患眼失明。

激光视网膜凝结机就是将小能量的红宝石激光射入患者眼内, 让视网膜色素上皮层和脉络膜色素吸收后转化为热能和光化能, 引起组织反应, 继而发生机化、疤痕形成等变化, 从而使脱离的网膜与脉络膜牢固地粘连起来, 使裂孔得以封闭而网膜重新复位。

激光视网膜凝结机大致可分激光器和机箱两大部

* 1973年10月27日收到。

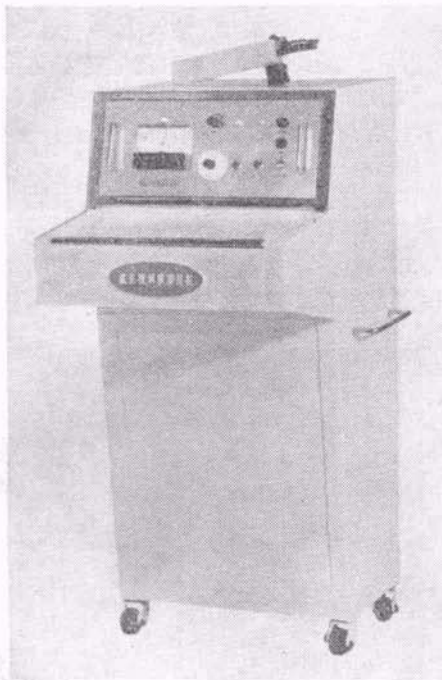


图1 激光视网膜凝结机(整体)

分(见图1照片)。为便于医生在检查病人眼底的同时,用激光进行治疗,该机将通常医生用的检眼镜和激光器结合成一个整体,并制成手持式(见图2照片)。机箱内有电源控制系统和循环水冷却系统。

激光器采用圆柱形紧包裹结构,红宝石与脉冲氙灯一起密封在聚光筒里,全部用水冷却(通常称为全水冷)。这种结构具有体积小,轻巧,加工方便,工作稳定等优点。

红宝石棒直径6mm,长80mm,要求阈值低于360焦耳,光学均匀性好,转换效率在0.15%以上。脉冲氙灯,直管型,外径10mm,电极间距75mm。聚光筒为圆柱形,内径23mm,内壁镀银抛光。脉冲氙灯与红宝石棒并列地放在互相靠近而又相对于聚光筒轴线对称的位置上。全反射镜和部分透射反射镜,是在直径11mm、厚2mm的光学玻璃片上,用电子束涂膜法交替地涂上多层二氧化硅和二氧化锆薄膜,控制膜层的厚度以达到对6943Å波长的不同反射率。储能电容器组的电容量为2000μF,耐压1000V。要求激光器的输入-输出能量曲线的斜率尽量小,以便在临床应用时可通过改变输入能量而精细地调节输出激光能量。激光的发散角应尽量小,以免在视网膜上形成的烧灼凝结点太大。

视网膜凝结机中的激光工作物质是红宝石,即掺入少量氧化铬的氧化铝晶体。其中产生激光的是铬离子。图3就是红宝石中铬离子的能级示意图。当脉冲氙灯发出的强光照射红宝石时,使处于能级1(基态)的铬离子大量被激发到高能级

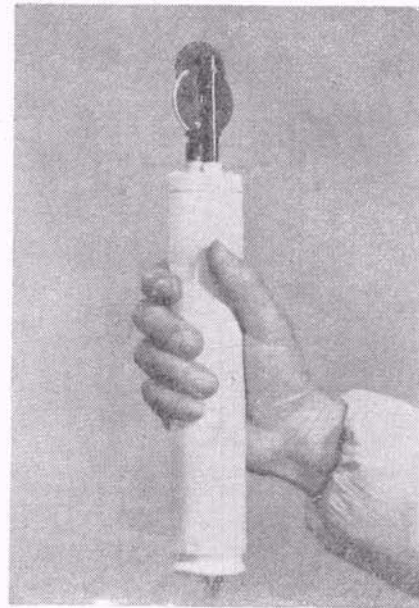


图2 激光器检眼镜外观

3中,由于铬离子处于能级3只有 10^{-9} 秒的时间,就很快地以无辐射跃迁的方式转入能级2中,在能级2上可停留较长时间(3毫秒),故能级2称为亚稳态。因此在能级2上就可以大量积聚铬离子。当氙灯光足够强时,就可使能级2上的铬离子数 N_2 大大超过基态的铬离子数 N_1 ,形成粒子数反转。当有能量为这两能级的能量差($h\nu = E_2 - E_1$)的光子引发时,就可产生能级2对能级1的受激辐射跃迁。通过互相平行的全反射镜与部分反射镜组成的光学共振腔的作用,使光子共振,受激辐射强度越来越大,大量的发光粒子相互关联地向着一个方向发光,这就产生了激光。红宝石激光是红色可见光,波长为6943埃。其持续时间很短,仅几个毫秒。

图4是激光视网膜凝结机的工作示意图。医生通过电源控制系统将检查灯点亮,从而照亮患者眼底。在光阑上有一叉丝,它经过棱镜成像在视网膜上,以便医生对患区进行瞄准。在脉冲氙灯点亮的一瞬间,红宝石产生的激光从部分透过反射镜射出,经45°全反射镜转向射入患者眼内。由于平行光进入正视眼将聚焦于视网膜上,所以只要患者的眼间质(角膜、房水、晶

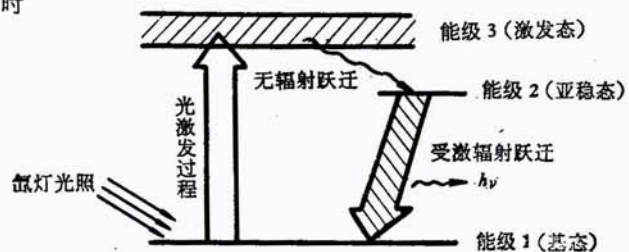


图3 红宝石中铬离子能级示意图

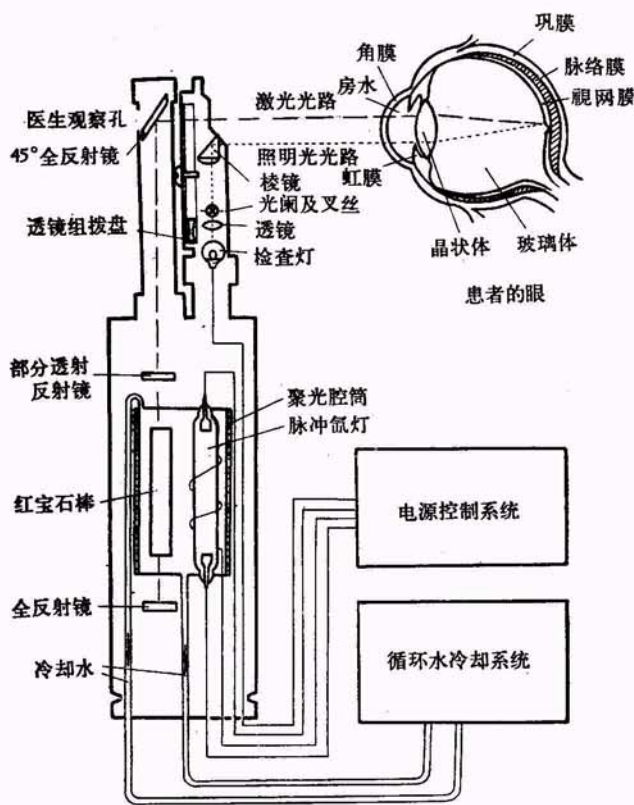


图4 激光视网膜凝结机工作示意图

状体、玻璃体等)没有发生病变,射入患者眼内的激光也就会自行聚焦于视网膜上,而不需另加任何聚焦透镜。但当患者是近视或远视眼时,平行光将不再聚焦在视网膜上,到达网膜上的激光光斑面积变大而能量密度变小,则将影响治疗的效果。这时需拨动透镜组盘,根据患眼的不同屈光,选择合适的透镜加以矫正,使激光准确地聚焦在患眼的视网膜上。激光器中采用自循环蒸馏水冷却,使红宝石的工作温度大致恒定,有利于激光输出能量的稳定和提高激光器的重复频率。电源控制系统由于采用了电压基准比较和电压自控电路去控制可控硅交流开关,对储能电容器的电压具有自动补偿作用,可保持充电电压的稳定。

操作方法十分简便:患者可取坐位,治疗前除用10%苯甲基肾上腺素液放大瞳孔外,不需任何处理。治疗时嘱患者双眼向指定方向凝视。医生通过置有45°全反射镜的观察孔检查患者眼底,确定患区位置。然后将检眼镜位置略微调整,以使叉丝像的中心对准患区,于是轻按微动开关,激光即射入患区。医生只需调节电压旋钮,便可改变激光能量的大小。电压达到所需值时,机器会发出讯号通知医生随时准备发射激光。为避免意外,开始时可用小于眼底组织变化所需的激光能量,然后逐渐增大,直至开始出现组织反应为止。接着就用此能量的激光依次在裂孔周围逐点射

入,以将裂孔封闭。病人治疗一次后隔一星期再进行检查,若患处尚未完全凝结,则可再次补充治疗。视网膜凝结所需的激光能量根据不同患者、不同病变部位、不同病变程度及色素多少而异,一般在0.03~0.1焦耳之间。过高了会引起出血,过低了达不到凝结的效果。由于电源控制系统能连续自动充电并维持电压稳定,所以整个操作可由医生一人进行(图5照片就是医生在给病人进行检查和治疗的情况)。



图5 医生给病人进行检查和治疗的情况

经过近三年的临床使用证明,这种激光视网膜凝结机对治疗视网膜脱离但裂孔周围网膜未脱离者、封闭单纯性视网膜裂孔,尤其是黄斑部裂孔,有很好的效果(图6)。到1973年9月为止,第六人民医院眼科已为四百多位工农兵患者进行了激光治疗。

上述眼病,以往通常采用电凝法和氩弧光凝法。电凝法是利用高频电流产生的高热从巩膜外面透入脉络膜和视网膜,使这两者粘连起来。这种方法须开刀,手术复杂,术后须静卧半月以上。氩弧光凝法是用氩弧灯发出的强光射入病人视网膜裂孔处,使视网膜和脉络膜粘连起来。这种方法虽给病人免除了电凝法的开刀痛苦,但病人仍须局部麻醉,治疗麻烦,且易引起后遗症。现采用激光疗法,只需将适当能量的激光照入病人眼内患处,对网膜下无积液患者,不需开刀,不用麻醉,操作简便,病人无痛苦,可作门诊治疗。

激光疗法的优点具体介绍于下:

1. 由于激光能量集中,脉冲作用时间极短,仅几毫秒,病人毫无痛感。而且因激光照射之迅速使病人来不及眨眼或转动眼球,故在治疗过程中可允许病人正常眨眼,使角膜维持湿润,避免角膜干燥而影响视力。而氩弧光效率低,一次照射需一秒钟以上,为固定患眼,需用开眼器和局部麻醉,易引起角膜干燥,晶状体、

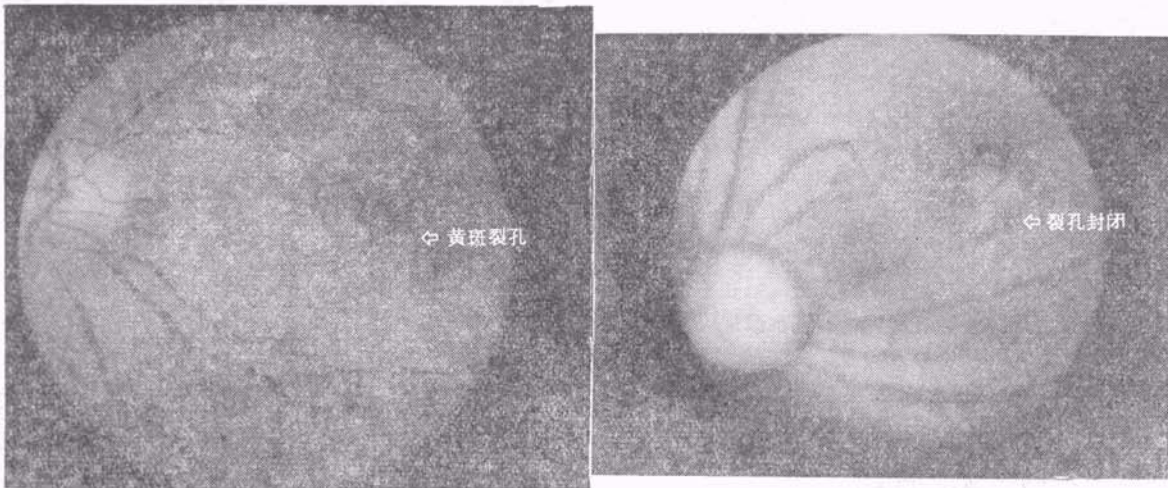


图6 黄斑裂孔激光治疗前(左)和治疗后(右)眼底照片

玻璃体混浊等,故在氩弧光凝时须不断用盐水将角膜浸湿。

2. 由于激光单色性、方向性好,容易聚焦成很小的光点,在视网膜上形成的凝结点面积小(直径约0.1~0.2毫米)。而电凝或氩弧光凝则造成较大面积的视网膜灼伤,故对患者视力的损害要比激光疗法大得多。

3. 由于红宝石激光是红色可见光(波长6943埃),眼间质(如角膜、房水、晶状体、玻璃体等)对它来说几乎是透明的,因而不会受到损害。而红外或紫外线对人眼都是有害的,故电凝和氩弧光凝法易引起眼间质的损伤。

4. 激光凝结处色素沉着早,愈合快。一般4天左右出现色素,一个月疤痕形成。治疗后病人可照常活动和工作,既减轻了病人的经济负担,又有利于抓革命促生产。

5. 激光疗法副作用小,可重复治疗。若患者视网膜下有积液时,因激光不能到达网膜色素上皮层和脉络膜色素,故无法起凝结作用,但对其中某些病人若能在临床上采取措施,消除网膜下的积液,使视网膜神经上皮层紧贴到色素上皮层去,便可再用激光凝结。

将激光用于眼科治疗,现还仅仅是个开端。高效率、单色性好、可见光波段的激光(如红宝石激光、氩离子激光、钷铝石榴石倍频激光等)能良好地透过角膜、晶状体、玻璃体等眼间质,而被网膜色素、虹膜色素或眼底血管所吸收,若配上瞄准精度高的检眼镜或传输性能好的光学纤维,使激光在眼科治疗方面有着多种用途。

在第六人民医院眼科医生的努力下,已进行了用激光在动物虹膜上打孔以及用激光阻塞动物微小血管的试验。这些有价值的实验,将为临床的进一步扩大应用提供良好的基础。今后将可以用激光作虹膜根部切除术,治疗窄角性青光眼;也可以为瞳孔闭锁的病人重开新的瞳孔;可以用激光闭塞眼底血管,治疗眼底血管瘤;还可以配合荧光素造影,治疗中心性视网膜脉络膜炎等等。此外,如能找到排除视网膜下积液的更好办法,则有积液的视网膜裂孔以及上述眼病,均无需复杂的手术,可为病人更多地免除痛苦。因此,激光技术在医学上的应用,将为眼科手术提供一种崭新的医疗器械。