

激光在医学上应用 部分资料汇编

上海市科学技术交流站

前 言

激光是六十年代初期发展起来的一门新技术，由于它的方向性强、亮度高、单色性和相干性好，因此，在工业、农业、国防、科学技术和医疗卫生中，获得日益广泛的应用。

无产阶级文化大革命以来，在毛主席的革命路线指引下，广大工人、干部、科技人员和医务工作者，发扬独立自主自力更生的精神，研制了各种医用激光器，开展了激光在医学上的应用，并对激光引起的生物效应进行了基础研究。目前，激光已在眼科、耳鼻喉科、口腔科、妇科和皮肤科得到很好应用，为医治一些多发病，常见病作出了贡献，并为某些疑难病症的治疗，找到了一条新途径。

上海市有越来越多的工厂正在生产或试制医用激光器的元件、器件和整机，已有二十多个医疗单位应用激光为工农兵病员治疗。在广泛研究和应用医用激光的基础上，1975年下半年，本站激光队组织了“医用激光学习班”。通过交流先进经验，进一步推广了激光在医疗卫生方面的应用。在这个基础上，我们组织了有关单位编写了这本资料。由于激光在医学上的应用时间尚短，还有极其广阔的领域有待开拓和探索，加上本书的汇编又很仓促，因此，这本资料还不全面，也定会有缺点和错误，我们诚恳地希望同志们批评指正。

上海市科学技术交流站 1976 年 10 月

目 录

前言

1. 医用激光器的导光系统·····	1
2. 氩离子激光在眼科的临床应用·····	10
3. 视网膜激光凝固器的动物实验和临床应用·····	26
4. 激光虹膜切除术·····	33
5. 氩激光治疗视网膜血管瘤病·····	40
6. 氩激光治疗 10 例脉络膜血管瘤的体会·····	49
7. 二氧化碳激光治疗皮肤病 620 例总结·····	59
8. 氮-氦激光治疗皮肤病初步小结·····	70
9. 二氧化碳激光治疗 28 例慢性皮肤溃疡初步小结·····	76
10. 激光在口腔科的初步应用·····	81
11. 二氧化碳激光治疗五官科恶性肿瘤 70 例初步探索·····	91
12. 二氧化碳激光治疗慢性扁桃体炎、鼻炎 232 例初步报告·····	94
13. 二氧化碳激光治疗宫颈疾病 198 例总结·····	99
14. 二氧化碳激光治疗宫颈间变的疗效观察·····	106
15. 二氧化碳激光治疗外阴痒症初步小结·····	115
16. 应用二氧化碳激光治疗女阴搔痒症·····	121
17. 医用激光器简介·····	126

医用激光器的导光系统

上海第二医学院激光室

上海市激光站一室光刀组

在毛主席革命路线的指引下，经过无产阶级文化大革命激光技术的研究出现了崭新的面貌，激光技术在医学上的应用也展现出十分广阔的前景，它可以提供更多新的诊断和治疗方法，以提高医疗质量，减少病员的痛苦，造福于工农兵。

现在医学上常用的激光器有二氧化碳激光器，掺铈钇铝石榴石激光器，氦离子激光器，红宝石脉冲激光器和氮-氙激光器等数种。作为手术的切割工具通常以连续波激光器比较好，红宝石脉冲激光器常用于眼科，氮-氙激光器因功率小，可作为照射治疗器械。

激光技术目前已用于眼科、五官科、口腔外科、皮肤科、妇科、神经外科和外科等多种疾病的治疗。按几何光学原理，光线是直线传播的，因此医疗上选用任何一种激光器，为使激光束传递到治疗部位，都涉及导光问题。导光系统可采用转动潜望式导光系统（俗称导光关节臂）和导光纤两种方法，本文将着重对导光关节臂进行讨论。

一、导光关节臂

1. 对导光关节臂的要求

活动自由度要大,操纵灵活轻巧,对激光的损失要小,在任何位置都不发生光束的明显偏差。关节的数量越多,关节间连接杆越短,则整个导光关节臂越灵活,尤其是缩短关节间的水平连接杆则效果更明显。增加关节数量虽可提高导光关节臂的灵活性,但相应的反射镜的数量增多,因而对激光的总损失也相应增加。一般采用五至六节单元结构连接而成的关节臂。对导光关节臂的设计合理,加工精度保证,装校合适,就可使导光的偏差限制在最小范围。

2. 关节臂的结构

由五节或六节单元结构连接而成(图1-1),每节单元结构由反射镜、转动轴承、连接杆组成(图1-2)。这种形式的关节臂已用于二氧化碳激光手术器、氩离子激光眼科凝固器和钕铝石榴石激光手术器。现以一节

单元结构为例作简要讨论:

(1) 反射镜 采用平面基板镀以黄金膜即可(可用于反射二氧化碳激光和钕铝石榴石激光)。平面基板可用光学玻璃、石英光学玻璃以及金属平面镜。普通光学玻璃膨胀系数较大,导热性差,若传输大功率激光的关节臂采用这种反射镜,在其背面垫上易散热的铜片,防止基板受热炸裂。低功率氩离子激光眼科凝固器的导光关节臂,用普通光学玻璃基

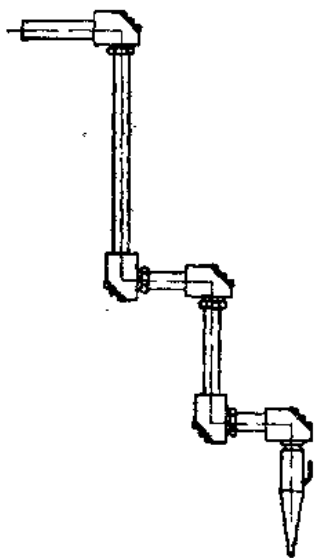
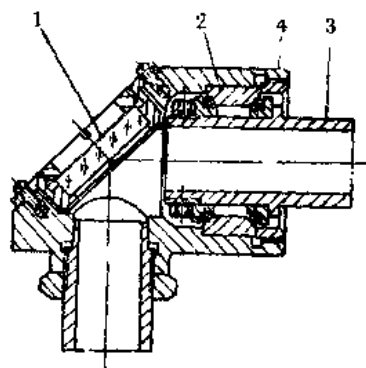


图1-1 导光关节臂

板镀多层介质膜的反射镜,未发现炸裂现象。传输大功率二氧化碳激光和钕铝石榴石激光,采用石英光学玻璃和金属基板镀金膜的反射镜比较好。激光站设计的二氧化碳激光手术器的导光关节臂中的反射镜用黄铜 J_2 作基板,磨平,抛光后电镀0.15毫米硬铬,再磨平和抛光后蒸



1.反射镜 2.转动轴承
4.基座 3.连接杆

图 1-2 导光关节臂单元结构

镀黄金膜,其反射率达98%左右,在使用中发现有形变,但对使用无影响,这种反射镜,经实际使用,效果良好

(2) 转动轴承 转动轴承是导光关节臂的关键,要求转动轴的偏摆度越小越好,以保证在转动呈 45° 位置的反射镜时,激光束不发生偏摆。为了便于医生操作,又要求导光关节臂轻巧灵活,因此设计了组合轴承,轴承外圈内部有二斜面,斜面处径向跳动不得大于3微米,轴承内圈有一肩胛,其椭圆度不得大于3微米,斜面及肩胛处均为钢球的导轨面,钢球选用1级A组。采用这种轴承,若机械加工保证精度,装校合适,转动轴的偏摆度可完全符合设计和使用要求。

(3) 连接杆 其长度的选择主要取决于对导光系统工作范围的要求,在五个单元结构的连接系统中,水平方向连接杆的长短,决定着水平位置的活动范围,垂直方向的连接杆的长短,决定着激光管到手术野的垂直距离。通常水平连接杆取得短一些,比较灵活,垂直连接杆,也影响关节臂的灵活性,靠近激光管

的一节取得长些,远离激光管的取得短些,这种不等长连接杆关节臂,如人的手臂,越近指尖,每节骨头越短,则越灵活。连接杆与基座的连接,靠近激光管端为轴承连接,远离激光管端为固定连接(用斜面定位或平面定位)。我们目前用的二氧化碳激光手术器已改为用六节单元结构连接的导光关节臂,其连接杆长度从光入口处算起,120毫米、50毫米、400毫米、50毫米、120毫米、50毫米。关节臂最大活动范围600毫米,有效活动范围300~400毫米,整个导光关节臂灵活轻巧。

这种由六节单元结构组成的关节臂,其中反射镜采用黄铜基板镀金膜反射镜,对10.6微米激光的总损失,经测试约为17.6%。

这种关节臂的特点是灵活轻巧,在任何位置都能出光。以后改进为用六节单元结构连接而成的关节臂,因第二节短,第三节长,有如人手臂的功能,灵活性和活动范围可大大增加。以后上海手术器械二厂把最后一节改为双转动轴承,这样末节以轴承与“刀头”相连,克服了“刀头”支持点上的扭力作用,更进一步增加了关节臂的灵活性。

3. “刀头”

通过激光治病的临床实践,激光手术器的“刀头”由一种形式发展为多种形式,目前已有七种形式(图1-3.1-4),以适应切割、气化、烧灼和照射等治疗方法的需要,满足了治疗多病种和不同部位疾病的要求。二氧化碳激光手术器的刀头结构分为镜筒和头部,镜筒内装锗透镜,其头部按治疗要求可以调换。

刀头1和2是相似的,但其透镜的焦距不同。刀头1采用的锗组合透镜,焦距30毫米,工作距离60毫米,焦点处光斑直径9丝。刀头2采用的锗组合透镜,焦距70毫米,工作距离131毫米,焦点处光斑直径21丝。两者头部是双层结构,有排气管,

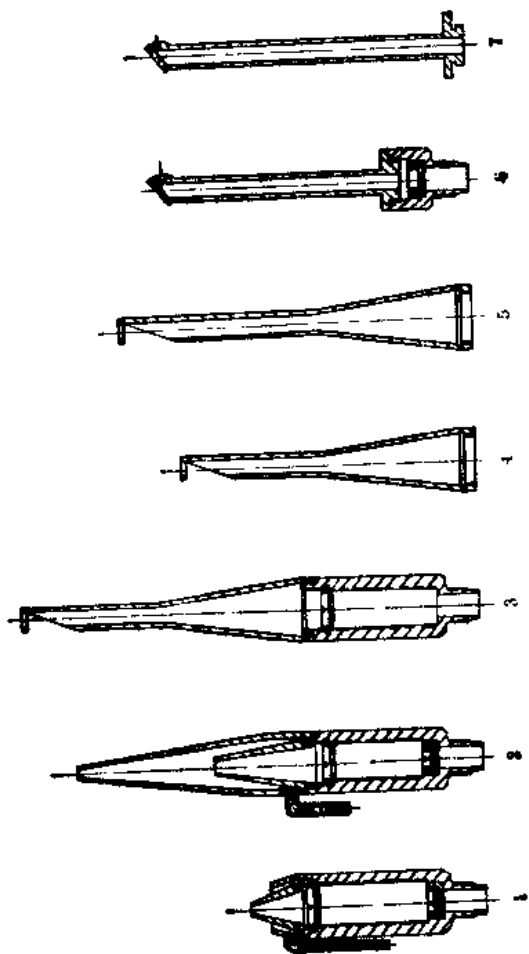


图 1-3 激光“刀头”剖视图

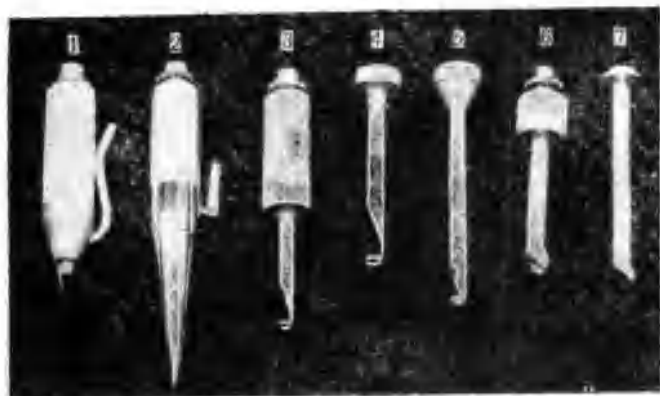


图1-4 激光“刀头”外形照片

末端有指针以指示激光焦点的位置。刀头6和7的结构相似，镜筒内装单块锗透镜，头部末端是一块 45° 反射镜，可使激光束 90° 转向，从侧面的小孔导出，激光焦点在小孔口外约5毫米，可用于口腔、阴道和直肠较深部位肿瘤的切除。切割时利用透镜将激光束聚焦，要切割的组织置于焦点处，可同时达到切开组织和止血的作用。切割时组织气化的烟通过排气管吸入排出，又可利用排气管吹气（氦气），起到冷却锗透镜，提高切割效率和改善组织切口质量的作用。

“头刀”3、4、5是类似的，头部末端均有一圆环，可帮助瞄准，所不同的是其头部的长度，因此头部末端出口处距离激光焦点远近不一样，以致此处的激光功率密度有差别。这三种“刀头”供烧灼和气化治疗之用，利用激光束的高温直接破坏病理组织，而且气化的温度更高，使组织在高温下直接气化成烟。

激光照射疗法，即采用“刀头”3，去掉头部，仅用镜筒内的透镜将激光扩束，使激光功率密度降低至非破坏性强度，把病变置于这种低功率密度的激光束下作照射治疗。

4. 导光关节臂的光学装校

从具有双转动轴的末节（与“刀头”相连的一节）起逐节调整，其步骤如下：

(1) 找出关节轴承的转动轴：

i. 把一块平板玻璃装在一只可调倾斜角度的框架中，并把这框架装在关节的连接杆上（连接杆已通过轴承与关节基座连接好）。

ii. 为了容易找到平板玻璃的反射象，调整平行光管，使其光轴与连接杆内孔机械轴同轴（不需太准，因一般加工不能保证机械轴与转动轴重合。为了找转动轴，所以先找机械轴，转动轴总在机械轴附近）。

iii. 使平板玻璃与转动轴线垂直。

A. 转动连接杆可看到平板玻璃反射十字叉丝原点在平行光管分划板十字叉丝原点周围转动，转动轨迹为一圆。调节平行光管转动细调机构，使轨迹圆心与平行光管分划板十字叉丝原点重合。

B. 调节平板玻璃倾斜度，使平板玻璃与平行光管光轴垂直（与转动轴垂直，即使反射十字叉丝与平行光管分划板十字叉丝重合）。

C. 重复A、B两步骤，使转动连接杆时反射十字叉丝原点轨迹圆的半径越来越小，圆心越来越接近平行光管分划板十字叉丝原点。最后直至转动连接杆时，反射十字叉丝与平行光管分划板十字叉丝始终重合，这样平行光管光轴就与转动轴平行，即平板玻璃与转动轴垂直。

如轴承加工或装校中出现摇摆，当旋转连接杆时就得不到一个很好的轨迹圆，成了椭圆，或作无规则运动，这时反射十字叉丝与平行光管分划板十字叉丝就无法始终重合。如两十字叉

丝相差测微器 10 格即 50 秒，为控制最大偏差不大于 50 秒，必须两十字叉丝间隔小于测微器 10 格，否则轴承必须重新装配或更换。

(2) 找出另一轴承的转动轴；

把另一块平板玻璃装在另一只可调倾斜度的框架中，并把这框架装在关节的另一连接杆上（连接杆已通过轴承与关节基座连接好），重复上述各步骤。

(3) 装反射镜；

i. 装上反射镜座（内装反射镜），这时从平行光管中可看到第一块平板玻璃的反射十字叉丝（一般二块平板玻璃的反射十字叉丝并不一定重合，因加工并不可能非常精确）。

ii. 在反射镜座适当部位垫适当厚度的纸片（平板玻璃反射十字叉丝在什么方位，纸片就垫在镜座下什么方位），使两平板玻璃的反射十字叉丝重合，这时表示平行于第一连接杆转动轴的光线经反射镜反射后，与第二连接杆转动轴平行，反射镜的法线为二轴承转动轴的分角线。

iii. 卸下连接杆上的平板玻璃框架，再装一节关节，同样方法调整，直至六个关节都调整好。

二、导光纤维

有人设想，传递光束能否和输送电流一样，只要有一根象导线一样的通道，就可以沿任何弯曲路径，把光束或图象从一端传到另一端。导光纤维的出现，就提供了一种类似电缆一样的柔软的导光纤维，通过多次内全反射原理，使光束和图象沿着复杂弯曲的通道从一处传到另一处。现结合我们一些初步的粗浅工作讨论一下。

导光纤维的种类很多，用途也较广。我们曾用过二种传输激光的导光纤维。一种导光纤维束是由上海化工学院研制的，用来传输钕钇铝石榴石激光。导光纤维用含铅的高透过率光学玻璃拉制而成。导光束外径10毫米(连套管)，由3500多根纤维组成(纤维直径40~60微米)，其两端经热压法特殊处理，能承受80瓦激光不破坏，透过率每米为50%，输出瑞发散角约15度，最小曲率半径为3~5厘米。石榴石激光束直接注入导光纤维束。目前已用于口腔和皮肤的血管瘤、淋巴管瘤等病的烧灼治疗。

上海硅酸盐研究所研制的是石英单丝纤维，用于传输氢离子激光，钕钇铝石榴石激光等。纤维用石英玻璃拉制而成，直径约200微米，一端呈锥形，端面为平面。激光经长焦距透镜聚焦注入纤维，透过率每米在80%以上(光能损失中包括散射损失)，导光纤维输出端光束直径3~4毫米，经透镜准直，发散度约15毫弧度。导光纤维外套二层保护套管，其外径约6毫米。目前尚在实验研究阶段。有可能供传输紫外波段到近红外波段的激光，用于医学的治疗和诊断许多方面。

上述两部份内容很不成熟，特别是导光纤维的研究还处于探索阶段，而导光关节臂也还在改进。我们导光纤维协作组等九个单位的工人师傅、科技人员正在进行技术攻关，存在问题必将逐渐得到解决，导光纤维在医疗上广泛使用已为期不远。

氩离子激光在眼科的临床应用

上海第二医学院附属瑞金医院眼科

上海第二医学院激光室

在无产阶级文化大革命大好形势鼓舞下，遵照伟大领袖毛主席“独立自主，自力更生”的教导我们与上海手术器械二厂组成三结合协作组，并得到上海灯泡一厂和医用光学仪器厂的大力协助，于1973年“五一”节前研制成样机。在动物实验的基础上，于同年8月开始将氩离子激光眼科凝固器应用于临床，至今三年来治疗了三百余例，十余种病种。

氩离子激光的波长有数条谱线，而以4880埃（蓝光）和5145埃（绿光）为主，这种波长不但能被视网膜和脉络膜的色素组织吸收，还很容易被血红蛋白吸收，故可以用来治疗视网膜裂洞及眼部血管病变。通过临床实践，我们体会到氩离子激光适用于治疗：角膜新生血管，结膜血管扩张，结膜血管瘤，黄斑裂洞，视网膜裂洞，裂孔前期的网膜变性，视网膜劈裂症，视网膜血管瘤（包括Von-Hippel氏病），视乳头血管瘤，视网膜新生血管，糖尿病性网膜病变，外渗性视网膜炎，脉络膜血管瘤，睑缘部血管瘤等十余种眼病。现将我们在临床上的使用情况介绍如下。

一、治疗方法

治疗眼前部病变除个别病人需滴少许1%地卡因作表面麻

醉外，一般术前不需用任何药就可以进行激光治疗。

治疗眼底部疾病需先用10%苯甲基肾上腺素和2%后马托品滴眼，使瞳孔充分散大。滴1%地卡因作眼部表面麻醉后作激光治疗。

治疗前需向病员说明情况，以取得配合。

病员坐在裂隙灯前，治疗后极部病变可以通过前置镜或接触镜，治疗周边部病变可用三面反光接触镜。首先在裂隙灯照明光源下看清病变，然后开启脚踏开关，激光器即输出功率很低（约2—4毫瓦）的、不足以引起眼部损伤的连续激光束（即瞄准光束），将瞄准光束对准所要照射的病变区域后，按下裂隙灯角膜显微镜操纵柄上的触发开关，就能很准确地照中目标。此氩激光机具有低功率连续激光和高功率脉冲激光二种输出，低功率连续激光作为治疗时的瞄准光源，高功率脉冲激光作为治疗光源。由于二种形式的激光来自同一激光器，因此治疗光与瞄准光完全同轴，故照射很准确。治疗用的激光脉冲宽度和幅度可调节，使用时可按病情选择适当的激光强度。为了安全起见，一般先从小能量开始，逐渐增大能量，直至看到合适的组织反应为止，即有合适的白色凝固反应点出现。根据病变范围及照射后反应情况，决定照射的点数及次数，可以分一次、二次或多次照射。一次照射点最少十余点，最多200点左右，每隔1~3周照射一次。角膜及结膜的血管病变的照射能量是30—40毫焦耳。视网膜病变照射的能量是：黄斑部约15—25毫焦耳；周边部约25—35毫焦耳；网膜新生血管约30—40毫焦耳，血管瘤约40—200毫焦耳；除个别有严重并发症发生的病员外，均门诊治疗，且没有什么痛苦。

二、治疗结果

(自 1973 年 8 月→1976 年 3 月底)

病 种	总数	治愈	好转	无效	治疗中	备 注
角膜新生血管	51	1	49		1	
结膜血管扩张	11	3	5		3	
结膜血管瘤	5	1	1		3	
结膜色素症	2		1	1		
黄斑裂孔	56	50	3	3		无效者局部网膜下均有积液
视网膜周边部裂孔	98	80	5	13		”
视网膜变性	22	21		1		
视网膜劈裂症	3	2	1			好转 1 例是由于患其他疾
						病而未继续治疗
视网膜血管瘤(包括 Von-Hippel氏病)	18	11		1	6	无效者,为治疗过程中发生
						出血
视乳头血管瘤	6	4		1	1	同上
视网膜新生血管	11	9	1	1		
糖尿病性视网膜病变	15		14		1	
外渗性视网膜炎	8		8			
脉络膜血管瘤	10		6		4	
玻璃体出血	4			3	1	
睑缘部血管瘤	1		1			
黄斑部出血	1	1				
网膜动静脉血管瘤	1	1				
黄斑部异物手术后浅剥剥	2	2				
静脉周围炎	3		1	1	1	
中心性浆液性视网膜炎	1	1				
计 共	329	187	96	25	21	

我们这里所指的治愈标准是：视网膜裂孔完全闭合，并出现满意的色素及疤痕；视网膜囊样变性或视网膜劈裂症能将其

病变区域完全包围,阻止病变的发展;异常的血管能达到完全闭塞;血管瘤形态消失或纤维化。好转的标准是:伴有少量网膜下积液的网膜裂孔虽然未完全闭合,但在局限性网膜脱离的外围有激光包围照射的疤痕及色素,使病变范围局限化,网膜下积液较前减少,视力有所提高;血管瘤较前缩小,颜色变黄,但尚未完全纤维化;异常的血管如角膜新生血管较前明显变细,但没有闭塞。无效者是指经激光治疗后局部无明显改变或出现严重的并发症。

三、典型病例介绍

病例一

朱××(编号107),男,52岁,左眼于74年6月出现闪光感,视物有黑点,似云雾状模糊。经检查为视网膜周边部有4只散在裂孔,无网膜脱离,视力0.3,经激光治疗4次,裂孔均被疤痕及色素包围,视力0.5,矫正视力1.2。

右眼亦曾患视网膜脱离,70年曾进行过三次手术,未成功,现视力只有光感。

病例二

周××(编号11),男,23岁,于67年12月,右眼及右侧面部被锅炉蒸汽灼伤,经治疗后角膜形成大片疤痕,并有多量粗大新生血管,曾用多种方法治疗,效果皆不明显。后来经氩激光反复数次治疗,新生血管显著变细,在这基础上完成了角膜移植术,情况良好。

病例三

张××(编号18),男,34岁,于72年3月突然感到右眼上方看不见,在他院诊断为视神经乳头血管瘤。当时检查视力0.2,

右眼视神经乳头处下方为 $2/3$ P.D. 大小的血管瘤。于74年来我院检查血管瘤已增大至 2 P.D. 大小,且在后极部出现大片渗出及视网膜脱离,视力降至眼前数指。经用75~100毫焦耳能量治疗,3—4次后即见血管瘤色泽明显变淡,体积缩小,最后眼底镜检查血管瘤形态不明显,代之以疤痕和色素,视力提高至0.03,至今随访1年4个月,血管瘤仍为白色机化疤痕。

病例四

王××(编号44),男,35岁,于74年3月某日晨起突感左眼前中央有大黑圈遮盖。眼底检查左眼颞侧周边部视网膜可见一个圆形血管瘤,约 1.2 P.D. 大小,下方有少量出血点,黄斑部及其下方有多量渗出,颞下方有一支静脉闭塞,视力0.04(侧视),于74年8月起经7次氩激光治疗,血管瘤全部变白纤维化,视网膜渗出较前吸收,视力提高到1.0。至今随访一年半情况良好。眼底图见图2-1

病例五

刘××(编号164),男,49岁,患有糖尿病廿余年,右眼眼底黄斑部曾出血过。双眼为糖尿病性网膜病变,右眼增殖性视

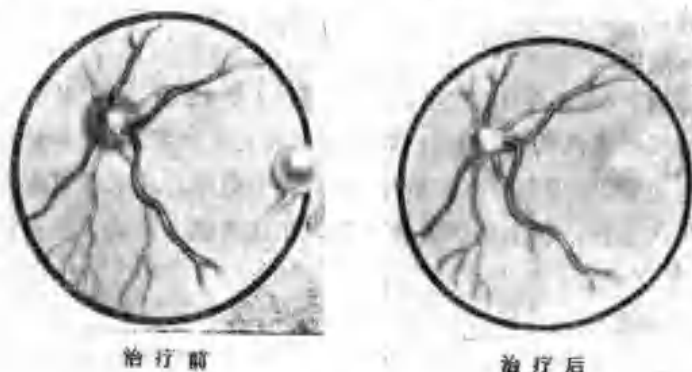


图2-1