

红宝石激光周边虹膜切除术

陆道平

(上海市红光医院眼科)

提要: 本文介绍了用红宝石激光器系统治疗早期闭角性青光眼所作的周边虹膜切除术, 64 只眼中 61 只眼一次治疗击穿虹膜, 3 只眼两次治疗击穿。

Peripheral iridectomy by ruby laser

Lu Dao ping

(Department of Ophthalmology, Hongguang Hospital, Shanghai)

Abstract: A technique is described for peripheral iridectomy with a slit-lamp ruby laser system in the treatment of early angle-closure glaucoma. 61 out of 64 eyes treated by a two-step procedure were successful. Three eyes received a second treatment one week later by making an opening.

过去有不少关于激光虹膜切除术的文献,着重讨论红宝石激光、氩激光和染料激光虹膜切除术的操作方法和成功率,成绩各异。

瞳孔缘虹膜、瞳孔残膜和不健康的虹膜比较容易被激光束击穿,但是老年人角膜周边部常有老年环,欲以激光束击穿闭角性青光眼的周边部虹膜却不太容易。我们用自己设计的激光虹膜治疗机在 1981 年 1~3 月份共治疗闭角性青光眼 58 例 64 只眼。本组患者年龄最大 81 岁,最小 37 岁,平均 61.4 岁。

虹膜治疗机设计

红宝石激光腔体安装在裂隙灯显微镜的腹腔上面,激光垂直向下,进入裂隙灯的物镜后面,由一面 45 度角全反介质膜片使激光反射向前,经物镜($f=75$ 毫米)聚焦。电解电容为 3000 微法。因为只用一面反射镜,所以

有足够能量输出。激光腔体前面安装一个扩束装置,使光斑缩小 2.4 倍。激光光路旁装有光敏二极管以及一个简单的激光能量监视器,随时监视能量输出。裂隙灯的目镜改为测微目镜,以便准确定位。

治疗方法及结果

红宝石激光周边虹膜切除术的治疗方法分以下三种:

(1) 对于虹膜基质较松弛,或周边部虹膜小窝较多的共 11 只眼,以 1.5 焦耳的激光能量一次击穿,全部成功。

(2) 大部分正常虹膜基质不太松弛,周边部虹膜也很少小窝,而且多数老年人的周边部角膜老年环较厚,需要用较大能量的激光才能击穿虹膜。由于闭角性青光眼患者的

收稿日期: 1981 年 4 月 8 日。

周边部虹膜非常贴近角膜，激光所产生的高温很容易损伤娇嫩的角膜内皮层，引起局部角膜暂时性混浊。为此我们将一次治疗分为两个步骤：先用1.0焦耳激光命中周边部虹膜，使之呈漏斗状后退，离开角膜，然后再以1.4~1.5焦耳的激光重迭射击，击穿虹膜。用此法共治疗53只眼，其中50只眼击穿成功。我们称此法为一次治疗，分两个步骤。这种方法不易损伤角膜。

(3)一次治疗(两个步骤)未击穿的3只眼，一周后以1.2焦耳激光重迭治疗点，全部击穿。

虹膜洞的直径约0.25~1.0毫米，大多数病例的虹膜洞为0.5毫米直径。

合并症：激光后大量色素脱落。脱落的色素分为大颗粒及微细颗粒二种。大颗粒来自虹膜基质，即使虹膜未被击穿，房水内也常可看到大量的大颗粒色素块。如果虹膜被击穿，微细色素颗粒随着后房水一起飘入前房。一旦看到这种微细色素尘，无疑虹膜已被击穿。翌日这些色素颗粒均下沉到下方房角内，对患者的视力及房水流出阻力的影响不明显。只要激光后数小时内不立即仰卧休息，瞳孔区很少有色素颗粒沉积。

本文共有10只眼(15.6%)激光后有少许前房出血，这些出血块在第二天全部吸收，不留后遗症。激光对晶体及视网膜均无损伤。

讨 论

激光治疗早期闭角性青光眼的副作用与所用的激光能量的大小有关。能量愈小，副作用愈小。但能量愈小，虹膜击穿的成功率也愈低。如欲以较少的激光能量获得较高的虹膜击穿率，要解决以下几点：

(1)对虹膜洞大小的估计：正常人每分钟大约产生2.0毫米³房水，所以虹膜洞的直径大约0.25~0.5毫米已足够减轻前后房的压力差，使虹膜膨隆消退，房角变宽。虹膜炎

后遗症继发青光眼的病例，虹膜击穿后容易再闭塞，但原发性闭角性青光眼一旦虹膜被击穿，虹膜洞很少再重新闭塞。所以虹膜洞不宜太小，但也不必过大。

(2)虹膜击穿的成功率除了虹膜本身的条件以外，与虹膜受到的激光能量密度有关。必须有足够的能量密度才能击穿虹膜。为此，应选择角膜比较透明的部位进行手术。聚焦激光镜片的焦距不能太长，但也不能太短，否则操作不方便。我们聚焦激光镜片的焦距为75毫米。另外，扩束装置将激光发散角缩小2.4倍，使激光能量聚焦更集中，达到以较少能量击穿虹膜的目的。

人的虹膜差异较大。有些人虹膜基质松弛，有些人周边部虹膜多小窝，对这些人所用的激光能量可以略小一点。另外，角膜老年环的混浊度不同，所用激光能量也不同。这里有一个经验问题。如果患者的老年环太混浊，只能选择不太周边的虹膜做手术，击穿虹膜同样有效。由于洞较小，一般不会发生复视现象。

(3)激光机器操作应方便，特别是激光的聚焦问题。应该避免由于聚焦没有聚好而使虹膜未能击穿的情况，所以最好专人专机使用，有利于积累经验。一架新的激光治疗机在使用之前应根据操作者的屈光情况适当加以调整，使操作者的观察焦点与激光的焦点在同一点上。

(4)应妥善估计角膜的入射角：入射角只能小于54°。设角膜直径为10毫米，曲率半径为7.6毫米，聚焦激光的镜片焦距为50~75毫米，如果病人注视激光器，激光束对准周边部虹膜，则激光进入角膜的入射角大约为50°左右。所以，从理论上讲，为了避免黄斑部，病人不应注视激光器，应向外偏斜一点，但实际上可以偏斜的余地已经不多。为了避免激光烧伤后极部视网膜，应比较正确地估计需要用的激光能量，尽可能减少进入

(下转第10页)

按爆燃波模型, 等离子体温度 kT (取 $T_e = T_i = T$) 与靶面激光功率密度有下列定标律, 即

$$kT \propto \phi_L^{3/5 \text{ 或 } 2/3} \quad (3)$$

“3/5”幂适用于未完全离化的重离子等离子体和辐射损失较小的情况。按上述定标律, 可根据某一 ϕ_L 时的测量值而决定任一 ϕ_L 时的温度值。(2) 式中 z_i 可由下述近似式决定:

$$\bar{z}_i \approx \frac{2}{3} [AT_e (\text{电子伏})]^{1/3} \quad (4)$$

A 是元素的原子量。K. M. Glibert 等人^[9] 最近给出了脉宽为 8 毫微秒的钹玻璃激光加热平面固体靶的温度与 x 光产额。他们对于 Be 到 U 的 36 种元素的打靶结果表明, 当

$$\phi_L = 4 \times 10^{13} \text{ 瓦/厘米}^2$$

时, 温度测量值 $T_e = (365 \pm 89)$ 电子伏, 而 x 光产额相对于入射激光能量的转换率 $\leq 10\%$ 。我们现估算 W ($A = 183.85$) 靶的情况, 将温度测量值代入(4), 得到

$$\bar{z}_i = 25 \sim 29;$$

而按(2)式, $C_e \approx (6.1 \sim 8.4) \times 10^6$ 厘米/秒; 对于 $\lambda_L = 1.06 \mu\text{m}$, $n_{e0} = 10^{21}$ 电子/厘米³; 最后, 根据(1)式可得到电子流通量为:

$$S_e \approx (6.1 \sim 8.4) \times 10^{27} \text{ 电子/厘米}^2 \cdot \text{秒} \\ \approx (1.0 \sim 1.4) \times 10^9 \text{ 安培/厘米}^2$$

对于其他功率密度情况, 可按(3)式定标关系求出 T_e , 再得到 \bar{z}_i , C_e , 最后估算出 S_e 。例如, 取 $\phi_L = 2 \times 10^{13}$ 瓦/厘米², 经估算

$$S_e \approx (4.9 \sim 6.9) \times 10^{27} \text{ 电子/厘米}^2 \cdot \text{秒} \\ \approx (0.8 \sim 1.1) \times 10^9 \text{ 安培/厘米}^2。$$

上述几种估算表明, 利用毫微秒脉宽, 聚

焦功率密度为 10^{13} 瓦/厘米² 量级的钹玻璃激光辐照平面固体靶(如钨), 即易得到通量为 $\sim 10^9$ 安培/厘米² 量级的电子束源, 该值大约是热发射时表面发射率(~ 10 安培/厘米²)的 10^8 倍。

另外, 用毫微秒脉冲激光时, 虽然靶面功率密度较低(例如 10^{10} 瓦/厘米² 以下), 但也可以得到高亮度电子束。由于持续时间较长, 可以提供的总通量较大。

可以认为, 高亮度电子束源将使场发射电镜(STEM)达到更高分辨水平, 将使电子显微全息术成为可能。高亮度电子束源也将提高自由电子相干辐射的效率, 可以认为, 某些实验的辐射效率显著低于理论值^[10], 其主要原因之一也许就在电子束中包含大量无效部分, 改进电子枪的结构将是一个重要课题。

参 考 文 献

- [1] Haine M. E.; *Brit. J. Appl. Phys.*, 1952, **3**, 40.
- [2] Broess A. N.; *J. Sci. Instr.*, 1969, **2**, 273.
- [3] Crowe A. V.; *Progr. Opt.*, 1973, **11**, 225. Feist W. F.; *Adv. Electronics and El. Phys.*, 1968, Sup. 4.
- [4] Tonomura A.; *J. Electron Microsc.*, 1979, **28**, 1.
- [5] Van der Mast; *Electron Microsc.*, 1974, **1**, 120.
- [6] Puell H.; *Z. Naturforsch.*, 1970, **25a**, 1870.
- [7] Fauquignon C., F. Flonx; *Phys. Fluids*, 1970, **13**, 386.
- [8] Colombant D., G. F. Tonon; *J. Appl. Phys.*, 1973, **44**, 3524.
- [9] Glibert K. M. et al.; *J. Appl. Phys.*, 1980, **51**, 1449.
- [10] McDermott D. B. et al.; *Phys. Rev. Lett.*, 1978, **41**, 1368.

(上接第 53 页)

眼底的激光能量。由于激光进入眼底已不再聚焦, 所以即使有少量激光进入这里也不至于烧伤视网膜。有不少闭角性青光眼的睫状突比较大, 向前突出, 往往能挡住部份进入虹膜洞的多余激光。因此只要使用的激光能量适量, 是比较安全的。我们的临床工作至今没有一例发生这一类合并症。

(5) 有一个简单的激光能量监视装置是很有用的, 它好比操作者的眼睛, 能掌握每一次治疗所用的激光能量, 随时了解激光腔体因老化而引起的能量输出衰减现象, 比较正确地估计不同虹膜结构、不同角膜老年环所需要的能量, 有利于帮助操作者总结经验, 减少盲目性。