

# Nd:YAG 激光晶体囊膜切开术对眼的生物效应

王康孙 王 玲 石海云 陈刚强

(上海第二医科大学附属瑞金医院眼科, 200025)

## Biological effects of Q-switched Nd:YAG laser capsulotomy on the rabbit eye

Wang Kangsun, Wang Ling, Shi Haiyun, Chen Gangqiang

(Department of Ophthalmology, Ruijin Hospital, Shanghai Second Medical University, Shanghai)

**Abstract:** Nd:YAG laser of 3 mJ, 10 ns, and 15  $\mu\text{m}$  was used to make 30 points of anterior capsulotomy arranged in a circle on the lenses of 14 chinchilla rabbits (28 eyes). Tonometrics, anterior segment fluorescein angiographies, aqueous protein contents, and ERG and histological examinations were done at intervals before and after the operation. The mechanism of IOP elevation after operation was discussed.

**Key words:** Nd:YAG laser, capsulotomy, biological effect

Nd:YAG 激光切割晶体后囊膜治疗后发性白内障, 已一致公认为简便而有效的治疗措施, 但也有一些并发症产生, 其中最主要的是眼压升高。为了解高眼压产生的原因, 了解 Q 开关 Nd:YAG 激光治疗时产生冲击波对眼所造成的影响, 我们作了动物实验, 研究其对眼组织的生物效应, 重点观察眼压与血-房水屏障和房角组织变化等关系。虽然本实验是对正常兔眼(不离体)作晶体前囊切开, 与临床晶体后囊切开有所不同, 但激光引起冲击波对血-房水屏障及房角组织影响以及晶体囊膜、皮质碎屑在房角组织所引起的反应, 仍可借鉴。

取青紫蓝灰兔 14 只 28 眼, 采用 Nd:YAG 激光器, 分别对每一只眼以 3 mJ 激光能量, 单脉冲, 10 ns 曝光时间, 15  $\mu\text{m}$  光斑直径照射瞳孔区(不扩瞳)晶体前囊共 30 点, 呈环形囊膜切开。当即可见前囊膜裂开。由于 Nd:YAG 激光光斑直径仅 15  $\mu\text{m}$ , 故晶体前囊裂口很小, 且照射点数不多, 因此仅有少量皮质溢出。术后即可见到晶体囊膜及皮质碎屑沉积于下方房角及虹膜表面, 并瞳孔缩小。于术前不同时间分别作以下检查。

### 1. 眼压

对 18 只眼用 Schiotz 眼压计测定, 观察术后眼压变化情况。术后眼压升高  $\geq 0.67$  kPa 有 15 只眼, 占 83.33%; 升高  $\geq 1.33$  kPa 有 10 只眼, 占 55.55%。术后眼压上升的高峰发生在半小时至 2 小时, 平均眼压的最高峰在术后 1 小时, 为  $3.63 \pm 1.2$  kPa(表 1)。有 91.67% 眼于术后 4 小时内眼压恢复接近正常。

### 2. 眼前部荧光造影

对 8 只兔 16 只眼分别于术前及术后 30 分钟, 1 小时、1.5 小时、2 小时及 1 周于耳背静脉注射 10% 荧光素钠 2 ml, 作眼前部荧光造影。一般于荧光素钠注射后 30 秒内虹膜出现点状

Tabel 1 The changes of IOP before and after Nd:YAG laser anterior capsulotomy

Time	Numters	IOP kPa	P
before	20	2.16±0.45	
after 30 min	16	3.25±0.88	<0.05
after 1 h	17	3.63±1.2	<0.05
after 2 h	17	3.19±1.5	<0.05
after 3 h	13	1.91±0.59	>0.05
after 4 h	12	1.82±1.22	>0.05

荧光, 逐渐增多, 1分钟左右虹膜血管显影, 并逐渐增宽, 边界模糊, 继之瞳孔上缘可见荧光柱下流, 逐渐扩散, 浓度增加, 弥散至整个前房。对于正常兔眼则仅见虹膜面有少量细点状荧光, 而从未见到虹膜血管显影, 更未见到前房内有荧光柱流下。

我们取上述兔眼造影后 6'45"~7'20" 间的荧光显影照片, 作计算机图像处理。对每张兔眼照片进行分割, 使非荧光部分灰度值变零, 而荧光部分灰度值不变, 然后计算出平均灰度、方差、最低、最高灰度。本程序在 PDP 11~23, CBX 图像处理器上运行, 结果见表 2。

Tab. 2 The changes of fluorescence grey level before and after Nd:YAG laser anterior capsulotomy

Time	Average grey level	Mean square deviation	Lowest grey level	Highest grey level
before	23.6800	14.5700	6	86
after 30'	23.9000	19.8100	6	133
after 1 h	33.7700	34.4000	7	148
after 1.5 h	42.4800	45.7400	9	151
after 2 h	24.9500	25.5600	5	125
after 1 w	24.0400	16.4700	7	97

从以上结果来看, 以术后 1~1.5 小时荧光渗漏明显增多, 术后 1.5 小时荧光渗漏最多。

### 3. 房水蛋白测定

对 8 只兔眼分别于术前及术后 30 分钟、1 小时、2 小时、1 天、3 天及 7 天, 抽取 0.15 ml 左右房水, 置于肝素试管内。房水标本分别定量后用生理盐水稀释 10 倍, 以紫外分光光度计 UV 240 测蛋白含量, 开机 10 分钟后, 以生理盐水作空白对照, 测波长 280 nm 及 260 nm 的 OD 值, 计算:

$$\left( \frac{280 \text{ nm} \times 1.45}{\text{OD 值}} - \frac{260 \text{ nm} \times 0.74}{\text{OD 值}} \right) \times 10 = \text{mg/ml}$$

测试结果以术后 1~2 小时的含量明显增高, 峰值在术后 1 小时。术后 3 天已基本恢复正常(表 3)。

### 4. 组织学检查

术前及术后 30 分钟、2 小时、1 天、3 天及 7 天分别各摘出 2 只眼球, 共 12 只眼。其中 6 只眼用福尔马林固定, 制备病理切片, 作光学显微镜检查。另 6 眼用 2% 戊二醛固定, 每只眼球分别切取 2×1×0.5 mm<sup>3</sup> 的睫状体冠部和小梁组织各一块, 在同一固定液中继续固定 2 小时, 各组织块经 0.1 M 二甲砷酸钠缓冲液 (pH=7.4) 洗涤后, 再用 1% 锇酸固定 2 小时, 然后经逐

**Tabel 3 The changes of protein amount in aqueous humour before and after Nd:YAG laser anterior capsulotomy**

Time	Protein amount in aqueous humour (mg/ml)
before	0.6902
after 30'	1.9208
after 1h	10.5365
after 2h	9.0249
after 1d	1.3296
after 3d	0.7004
after 7d	0.6233

级酒精脱水, 环氧丙烷过渡, 环氧树脂 Epon 618 定向包埋。包埋块用 LKB 超薄切片机切片, 最后用醋酸铅和枸橼酸铅作切片染色。

### (1) 光学显微镜表现

术后 30 分钟, 2 小时、1 天、3 天及 7 天的表现基本相似, 都可见到虹膜、睫状体血管扩张、水肿和渗出(图 1)。



Fig. 1 Edema, exudation and congestion of the iris and ciliary body 7 days postoperatively ( $\times 44$ )

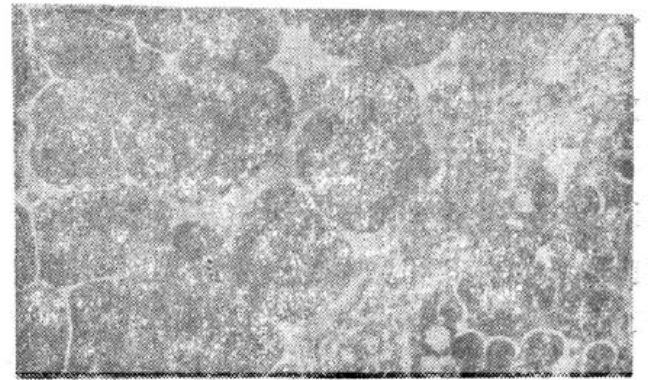


Fig. 2 Vessel congestion in stroma of ciliary body 7 days postoperatively ( $\times 3500$ )

### (2) 电子显微镜表现

A. 睫状体冠部 于术后 2 小时至 7 天, 睫状体冠部色素上皮及非色素上皮可见多量线粒体空泡化, 有髓鞘样变, 间质血管充血(图 2)。术后 30 分钟变化较轻, 仅见线粒体嵴断裂, 空泡化现象不明显。

B. 房角组织(兔眼的 spongy work of fontanna space) 术后 30 分钟至 7 天, 都可见到胶原纤维束间间隙增宽。术后 2 小时及 7 天, 胶原纤维束间见到红细胞及肥大细胞, 术后 3 天见到巨噬细胞(图 3)与嗜碱性白细胞, 术后 7 天见到嗜酸性白细胞(图 4)。

### 5. 视网膜电流图检查

取灰兔 6 只眼, 于 Nd:YAG 激光晶体前囊切开术前及术后 1 小时作视网膜电流图测定, 检查前用 10% 新福林及 2% 何马托品扩瞳, 分别作暗适应 10 分钟及明适应 5 分钟, 用 0.12J 和 0.25J 光强度闪光照射, 连续 4 次, 每次间隔 15 秒钟。术前后检查结果比较, 无明显差别。

以上实验结果证明, Nd:YAG 激光晶体前囊切开术可引起血-房水屏障损伤, 表现为眼前部荧光造影有大量荧光渗漏, 房水蛋白含量增加, 伴有眼压升高及瞳孔缩小, 组织学也显示虹膜睫状体有充血, 间质水肿及渗出。但其反应时间较激光虹膜切除为迟。前者平均眼压的峰值



Fig. 3 The spaces between the bundles of collagen fibers became wider and a macrophage between the bundles 3 days postoperatively, ( $\times 3000$ )

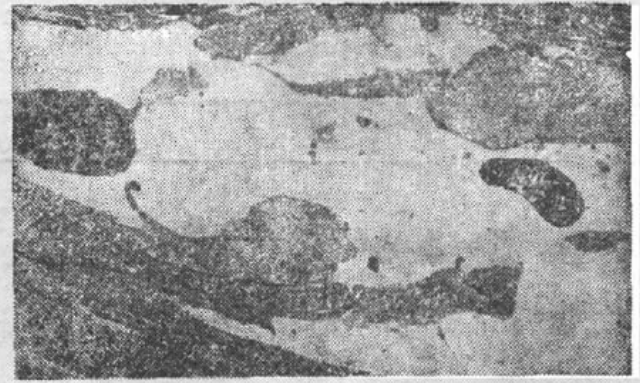


Fig. 4 The spaces between the bundles of collagen fibers became wider, and a eosinophile and red cell between the bundles 7 days postoperatively ( $\times 2000$ )

时间在术后 1 小时, 房水蛋白含量的峰值在术后 1 小时; 而后者眼压高峰时间在术后 10~20 分钟, 房水蛋白峰值时间在术后 30 分钟<sup>[1]</sup>。

我们认为 Nd:YAG 激光晶体囊膜切开引起血-房水屏障损伤, 是由于 Q 开关 Nd:YAG 激光的高功率密度造成光学击穿, 等离子体形成, 发生冲击波及声波, 间接传递到虹膜、睫状体以致损伤。这与激光虹膜切除直接损伤虹膜是有所区别的。因此激光虹膜切除出现反应时间早。

Nd:YAG 激光晶体囊膜切开造成高眼压可有多种因素引起。首先, 由于冲击波及声波伤及虹膜、睫状体, 使前列腺素释放<sup>[2]</sup>, 血-房水屏障损伤。其次, 由于晶体前囊的破裂, 皮质溢出, 囊膜和皮质碎屑积聚在房角, 影响房水流通。术后 3 天见小梁网胶原纤维束间出现巨噬细胞, 提示这些碎屑是通过房角组织被吞噬消化。此外, 冲击波、声波等压力波可伤及房角组织<sup>[3]</sup>, 在电子显微镜中可观察到胶原纤维束间间隙增宽, 提示局部水肿, 并有红细胞溢出, 还可见到肥大细胞、嗜碱性和嗜酸性白细胞。

本实验还观察到, 激光晶体前囊切开术所引起眼压升高的幅度比较低, 恢复时间亦比临床激光晶体后囊切开术的明显为短。本组动物最高眼压为 5.77 kPa, 91.67% 眼于术后 4 小时内眼压恢复正常, 而临床治疗病例最高眼压为 9.45 kPa, 只有 7.96% 眼于术后 4 小时内恢复正常, 且有 7.14% 眼于 1 个月以上眼压才能控制<sup>[4]</sup>(表 4)。

Tabel 4 IOP recovery time after laser anterior and posterior capsulotomy

Recovery time	<4h	<1d	<1w	<1m	>1m
Anterior capsulotomy	91.67%	8.33%			
Posterior capsulotomy	7.96%	43.83%	26.79%	14.28%	7.14%

临床激光后囊切开术后的眼压反应之所以剧烈, 且恢复缓慢, 与这些病例术时液化皮质溢出量多和术前房角功能有损有关<sup>[4]</sup>。本实验的对象都是正常眼, 且激光照射点数较少, 损伤少, 因此反应比较轻, 恢复快。

### 参 考 文 献

- 1 王 玲 *et al.*, 中华眼科杂志, 23, 24(1987)
- 2 J. Stjernschantz *et al.*, *Exp. Eye Res.*, 43, 641(1986)
- 3 M. C. Kraff *et al.*, *Arch Ophthalmol*, 103, 511(1985)
- 4 王康孙 *et al.*, 上海第二医科大学学报, 9, 23(1989)

(收稿日期, 1990 年 3 月 30 日; 修改稿收到日期, 1990 年 7 月 18 日)