

YAG 激光光纤引爆药头进行离体碎石的实验研究

庄悦祥 龚维振 张静山 刘军 马佩奇

(上海市黄浦区中心医院医疗激光研究室)

程国元 孔晓明 赵光伟 李琳

(北京工业学院八系)

提要: 本文报告用激光光纤引爆迭氮化铅药头进行离体结石击碎实验所取得的满意结果。在药量大致相同情况下, 碎石效果与结石种类、比重、体积有关。激光光纤烧洞后碎石比表面接触碎石效果更好。本试验再现率 81.8%。

Experimental research of breaking outside body stone using YAG laser optical fiber with drug tube

Zhuang Yuexiang, Gong Weizhen, Zhang Jingshan, Liu Jun, Ma Peiqi

(Laser Laboratory of Central Hospital, Huangpu District, Shanghai)

Chen Guoyuan, Kong Xiaoming, Zhao Guangwei, Li Lin

(8th Department, Beijing Institute of Technology, Beijing)

Abstract: This paper reports that by using laser optical fiber to cause explosion of PbN₃ drug tube, the outside body stone can be broken and satisfactory results have been obtained. For the same quantity of drug used, the results of breaking stone correlated with stone species, densities and volumes. The results of burned hole with optical fiber are better than those with surface contact. The reappearance rate of our tests was 81.8%

七十年代以来, 人体结石, 主要是胆系结石和泌尿系结石的发生率显著增高, 成为医学界重点讨论课题之一。结石治疗的方法颇多, 如手术取石、超声波碎石、电火花、中医中药等, 各有利弊。我们从 1981 年起用 YAG 激光进行碎石研究。1983 年来改用 YAG 激光光纤药头进行离体碎石试验。

一、器材和方法

1. 器材

(1) YAG 激光器, 输出功率 0~80 W 连续可调, 实验时取光纤末端输出功率 5 W,

收稿日期: 1986年5月2日。

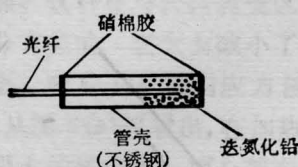


图1 药头示意图

表1 不锈钢管壳型号

	型 号			
	I	II	III	IV
外 ϕ (mm)	2.30	2.00	2.30	3.00
内 ϕ (mm)	2.00	1.10	1.10	1.80
管长(mm)	12.00	12.00	12.00	12.00

时间0.5~1.0s。(2)单丝石英光导纤维的芯径 $\phi 400\mu\text{m}$ 左右,导光率大于75%。(3)含碲化铅的药头构造如图1。管壳型号如表1。其中II型、III型用5mg药头引爆不产生形变,可在内窥镜内自由放入和取出,临床使用时再按实际需要增加长度。(4)结石,包括胆系及泌尿系结石,均采自手术病人。YAG激光通过耦合器耦合后,光纤末端紧贴药头一端,药头的另一端紧连实验结石。如进入内窥镜时,可将光纤和药头同时放入取出。

2. 方法

(1)进行结石分类,测出结石重量、体积等。(2)将胆系结石或泌尿系结石分别放在水中,和装有水的塑料袋、猪膀胱、猪胆囊内进行各种要求的碎石试验,最后进行再现性试验。

二、实验结果

结石击碎程度分为:块,直径 $>1.0\text{cm}$;片,直径 $0.9\sim 0.4\text{cm}$;沫,直径 $<0.3\text{cm}$ 。碎成块为不满意^[1]。

(1) 比重和压碎试验

对10枚泌尿系结石,10枚胆固醇结石,10枚炎性结石分别测得它们的平均比重为1.82、1.05、0.95,胆色素结石、碳酸钙结石,

放在水里均浮在上面且容易碎裂,估计比重比炎症性结石更小,不宜进行实验观察。

对胆系胆固醇结石、炎性结石、胆色素结石、碳酸钙结石以及泌尿系结石(未分类)用HHP-10T型压碎机加0.15T按一定方向作压碎试验。结果最易压碎的是碳酸钙结石,其余依次为胆色素结石、炎症性结石、胆固醇结石、泌尿系结石。

(2)不同盛器对击碎试验耐受度:在普通面盆内,无破损,但有时水会溅出。在厚为0.1mm的普通塑料袋内进行21次试验,有3次出现破裂,其中2次太贴近塑料袋,1次是药头前部没有放置结石的空爆。一般说,在盛水的塑料袋中央用8mg药物进行击碎试验,不导致塑料袋破裂。在内含胆汁的猪胆及内含水的猪膀胱内用同样剂量共进行5次试验,肉眼未见任何破损。

(3)对近似圆形的57枚胆固醇结石和炎症性结石共进行57次击碎试验。大体结果是:用4.5mg左右的药物对直径在1cm以下的结石,用表面接触法进行击碎、打成沫,效果很好。直径在1~1.5cm的打成沫和片,效果也可。直径在1.6~2.0cm则只能打成块和部分片和沫,效果欠佳。直径 $>2.1\text{cm}$ 的只能打成二瓣,或块和一些片和沫。

用胆固醇、炎症性这二种结石各4枚,在重量大致相等、药量相同的条件下进行碎石试验。结果表明,炎症性结石碎石效果要优于胆固醇结石。

对7枚泌尿系统结石,用4.5mg,只能打成两瓣、块、片和一些沫,效果最差,此与泌尿系结石的形态各异、密度大有关。

(4)表面接触碎石与激光光纤烧洞后碎石的比较。即将比较大的结石用5W功率的YAG激光,通过光纤在结石中部烧一洞穴,进行激光引爆。将炎症性结石和胆固醇结石各分为二组,即烧洞组和表面接触组,每组各4枚。结果是前者击碎程度比后者大一

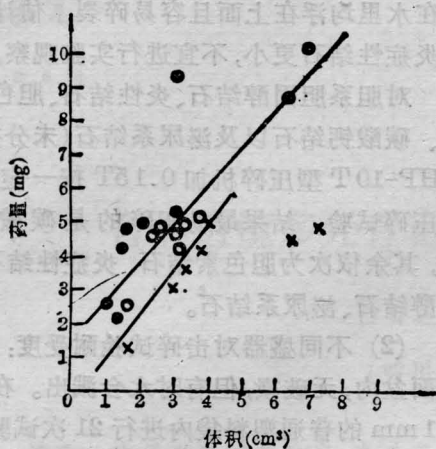


图2 击碎炎症性结石时结石体积与药量的关系
×一块或不碎；○—打成块；●—打成沫(下同)

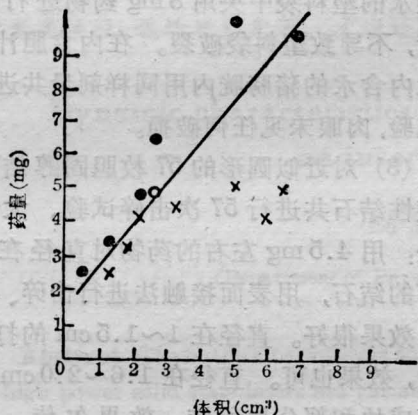


图3 击碎胆固醇结石时体积与药量的关系

倍左右。

(5) 多次击碎试验: 对4枚胆固醇结石, 直径为2.1~3.0cm, 进行二次连续击碎试验和对一枚膀胱结石(直径4.5cm)进行五次连续击碎。结果表明, 连续二次或多次击碎同样重的一块结石与单次击碎相比, 可以减少药头剂量, 避免副作用。

(6) 碎石时药量与体积的关系: 用不同剂量的药物, 对不同体积的炎症性结石23枚, 胆固醇性结石14枚进行试验, 结果如图2、3所示。

(7) 再现性试验: 取炎症性结石6枚, 胆固醇性结石5枚, 借助于图2、图3药量与结石体积的关系, 进行预测再现试验, 再现率为

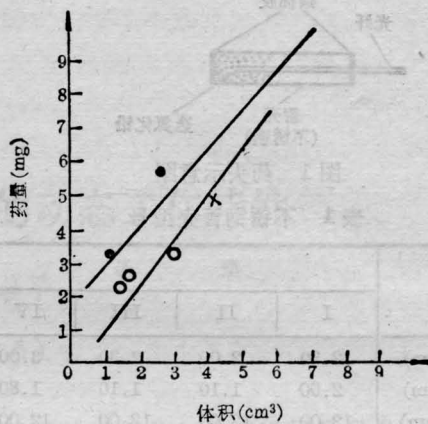


图4 炎症性结石的再现性试验

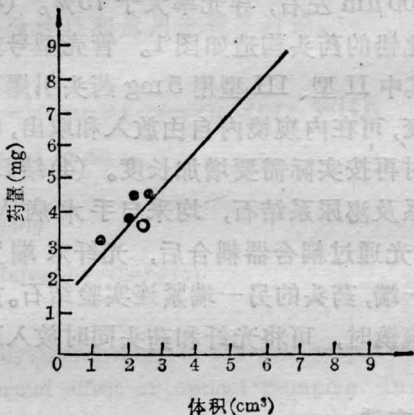


图5 胆固醇结石的再现性试验

81.8%, 如图4、5所示。

图4中 3cm^3 的炎症性结石, 用3.1mg药头, 图5中 2.3cm^3 的胆固醇结石, 用3.8mg药头, 理应不碎, 却打成了片和块, 也可能与结石内成分差异和形状不同有关。

三、讨 论

激光-光纤-药头击碎结石是个尝试。日本曾报道过Orii等用胆道镜-YAG激光碎石^[2], 生沼仙三等用微小爆破炸碎尿道结石^[1], 我国西安徐铭程等用微爆破击碎膀胱结石等^[3]。1981年起我们用YAG激光进行了碎石试验, 由于结石性质各异, 效果很不一

致。如遇有白色结石，因能反射激光以致不能击碎。而用电引爆的药头，因制作工艺复杂，不易普遍推广应用。1983年改用激光-光纤-药头进行离体碎石研究，以便找出规律供临床应用。

药头碎石的原理是利用药头被引爆时产生冲击波对结石的作用实现的。用末端输出5W的YAG激光光纤作为引爆，是安全有效的。

理论计算表明，5mg药头爆炸后产生1.82卡热，不足以使2ml水升温一度，不对人体产生烧灼现象。爆炸时产生氯化氮等气体约1.314ml，不会涨破膀胱、胆囊等器官，

甚至很薄的塑料袋也不会破碎。药头爆炸后产生3.558mg的铅，一般在爆破后立即进行冲洗，排出体外，绝不会产生铅中毒现象。

碎石效果与结石种类、比重、体积有关，还与形成结石的环境、理化性质有关。因为5mg药头的爆炸力有限，所以对于直径大于2cm的结石往往不能达到一次碎石的目的。

参 考 文 献

- [1] 生沼仙三等；《工业火药》，1980年，41，No2，98~104。
- [2] 上海第二医学院编；“世界医学”，人民出版社，1983年，pp. 238~240。
- [3] 徐铭程等；《中华医学杂志》，1981，61:6。

宽光谱光电折射仪

宽光谱光电折射仪是一台综合了国内外多项最新技术而研制成功的大型精密测试仪器。仪器指标先进、性能稳定、操作方便。它可广泛应用于固体材料紫外—红外折射率的精密测定，也可用作国家

标准计量测试仪器。同现有仪器相比，其主要特点是：

1. 用微机控制实现了最小偏向角的自动寻的和整个测量过程自动化，大大提高了测试工作的效



率，便于工厂应用。

2. 应用光谱范围宽，可实现 $0.2\mu\text{m}$ 至 $15\mu\text{m}$ 范围的任意波长处的折射率测定。

3. 测量精度高，在 $0.2\sim 15\mu\text{m}$ 波长范围内的测量精度为小数后第五位，达到国外八十年代同类仪器先进水平。

该仪器于1985年研制成功，同年通过中国科学院院级鉴定。应用该仪器先后为长春光机所、上海技术物理所和上海新沪玻璃厂等单位提供了玻璃或晶体折射率测定数据，满足了科研和生产需要。

目前，我所可为用户提供仪器产品或技术服务。

(中国科学院上海光机所 李锡善)