

文章编号: 0258-7025(2004)Supplement-0299-03

KTP/YAG 532 nm 和 660 nm 激光在腔内介入治疗中的应用

李正佳¹, 范晓红¹, 李迎春¹, 何艳艳¹, 靖秋生², 李彩萍³

¹华中科技大学激光技术国家重点实验室, 湖北 武汉 430074
²武汉市结核病防治分院, 湖北 武汉 430030
³华中科技大学同济医学院附属同济医院, 湖北 武汉 430030

摘要 采用 KTP 非线性晶体进行腔内倍频, 将基频光 1064 nm 和 1320 nm 两条红外谱线激光倍频成为 532 nm 绿光和 660 nm 红光, 将 532 nm 和 660 nm 用 300 μm 芯径的光纤耦合传输用于人体泪腺管道堵塞的疏通和经支气管纤维镜进行支气管结核病变的治疗。结果表明 KTP 倍频激光对正常组织损伤较小, 创面恢复快, 并发症少。临床试验与应用证明 KTP/YAG 532 nm 和 660 nm 两种波长的激光是腔内介入治疗的理想光源。

关键词 KTP/YAG 激光; 热相互作用; 腔内介入治疗

中图分类号 R318.51

文献标识码 A

Application of KTP/YAG 532 nm and 660 nm Laser for Interposition Treatment

LI Zheng-jia¹, FAN Xiao-hong¹, LI Ying-chun¹, HE Yan-yan¹,
JING Qiu-sheng², Li Cai-ping³

¹National Lab of Laser Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430074, China
²Wuhan Tuberculosis Control Hospital, Wuhan, Hubei 430074, China
³Tongji Affiliated General Hospital, Tongji Medical College of Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430074, China

Abstract By doubling the frequency of two laser beams whose wavelength is 1064 nm and 1320 nm, 532 nm and 660 nm laser are obtained, separately. The fiber with 300 μm diameter is used to transfer those laser beams to body cavity for interposition treatment. The result shows that KTP/YAG 532 nm and 660 nm laser is better for interposition treatment than the YAG 1064 nm and 1320 nm.

Key words KTP/YAG laser; thermal interaction; interposition treatment

1 引言

目前医学上的激光手术器大多是 Nd:YAG 激光器, 激光手术的原理是利用激光与生物组织之间的热相互作用, 使生物组织凝固、气化、炭化以达到治疗的效果。热作用水平不一样有不同的相应热反应; 当皮肤温度升至 36~40 °C 时患者有温热感; 皮肤温度升至 43~44 °C 时, 照射几秒钟之内即可出现红斑; 当皮肤温度升至 47~48 °C 时, 持续照射数秒钟, 即可出现水泡, 此时患者有灼痛感; 当温度升至 60 °C 时, 在数十秒之内可使组织内蛋白质凝固坏死; 当温度升至或超过 100 °C 时出现组织沸腾, 封闭系统

内蒸气压急剧升高, 沸腾组织液的水蒸气冲破封闭组织而冒出一缕白烟, 称此水平为“气化”; 当温度升至 300~400 °C 时, 组织立刻呈棕黑色, 发生了干性坏死, 称此现象为炭化; 进一步升温至 530 °C 时可见燃烧组织的火光, 此时同时可见大量水蒸气, 所以临床上仍称为气化。但是由于生物组织对不同波长的吸收不同的原因, 通常使用的 YAG 激光器在病灶部位不能完全被吸收, 要达到治疗效果病灶部位需要较长时间的照射, 病灶周围的完好组织同时也接受着激光的热作用, 这将损伤周围完好组织, 造成不必要的损伤。这种损伤是不可忽视的, 因此如果我们

作者简介: 李正佳(1945-), 男, 华中科技大学激光研究院教授, 博士生导师, 主要从事高功率固体激光器、激光加工技术、激光生物医学和医用激光设备等方面的研究。E-mail: zhjli@mail.hust.edu.cn

能够找到一种能够只在接触部位很小范围内全部被病灶组织吸收的激光,将大大地减少对完好组织的损伤,手术后的并发症将会减少,恢复容易。本文将对手术使用的激光进行探讨,以求找到更好的手术用激光。

2 Nd:YAG 各种波长激光的产生机理

Nd:YAG 晶体可以产生 20 多种跃迁,其中室温下有三条荧光谱线带,对应中心波长和跃迁能级分别为 1050~1120 nm(${}^4F_{3/2}$ - ${}^4I_{11/2}$), 870~950 nm(${}^4F_{3/2}$ - ${}^4I_{9/2}$)和 1310~1350 nm(${}^4F_{3/2}$ - ${}^4I_{13/2}$)。由 ${}^4F_{3/2}$ 能级发射的三条荧光分支比为 0.6:0.25:0.15,实现上述跃迁的中心波长分别为 1064 nm, 946 nm 和 1320 nm,这三条谱线跃迁具有相同的上能级,在形成激光振荡的过程中发生粒子数竞争,率先振荡的 1064 nm 谱线消耗了大量反转粒子数,从而抑制了 1320 nm 激光的振荡,如果腔镜镀高选择性介质膜,使膜层对 1320 nm 高反,对 1064 nm 低反,同时将腔内其它元件(如 YAG 棒两端)镀 1320 nm 增透膜,尽可能增大谐振腔内 1064 nm 损耗,降低 1320 nm 损耗,当膜层设计满足 1320 nm 阈值低于 1064 nm 时, Nd:YAG 激光器将输出 1320 nm 光束。Nd:YAG 的能级图如图 1 所示。

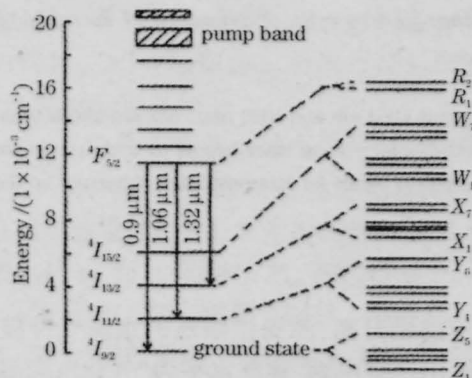


图 1 Nd:YAG 能级示意图

Fig.1 Sketch of the energy levels of Nd:YAG

采用腔内放置非线性 KTP 晶体的方式,将由 Nd:YAG 产生的基频光 1064 nm 与 1320 nm 分别倍频后得到 532 nm 绿光和和 660 nm 红光。利用这两种激光进行激光与生物组织相互作用研究,参照图 2 给出了激光波长与水对激光的吸收系数之间的关系图,可知水对不同波长激光的吸收系数之间有较大的差距,在 0~1000nm 之间吸收系数基本上是线性下降的,所以推测倍频光将较基频光更好地被组织局部吸收。

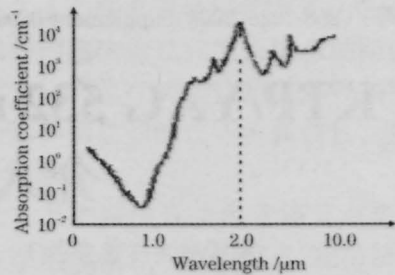


图 2 水的吸收系数与波长的关系

Fig.2 Relationship between absorption coefficient and wavelength

3 临床资料

采用 1320 nm 激光和 1320 nm 倍频激光 660 nm 做人体泪道疏通手术临床实验,采用检测两种激光照射后的泪小管内 V 型胶原蛋白的阳性表达。检测结果显示 KTP 倍频激光与基频激光手术后的泪小管后各时间段(7 天, 30 天, 90 天)内泪小管组织中 V 型胶原蛋白的阳性表达差异有非常显著的意义,即在 Nd:YAG 激光照射的正常泪小管组织中 V 型胶原蛋白的阳性表达显著高于 KTP 倍频激光照射的泪小管组织,证明 KTP 倍频激光与 Nd:YAG 激光相比较致泪小管损伤更小。而且治疗结果显示炎性组织对 660 nm 红光吸收也好,有利于手术消炎。

采用 1064 nm 激光和倍频后的 532 nm 激光分别做激光气化、凝固支气管内的干酪和肉芽组织,切割粘连皱襞,疏通支气管手术。发现使用 KTP 倍频激光烧灼干酪后钳夹变得容易了,且干酪下层不会出现撕裂和出血,操作视野清晰,病人亦感觉舒适,配合良好,一般一次 KTP 倍频激光治疗,大多数干酪可以一次钳夹清除,第二次复查时, KTP 倍频激光治疗病灶的干酪清除干净或仅剩残痕。532 nm 绿光可以用来处理较大的和顽固的肉芽组织。KTP 倍频激光治疗粘连皱襞手术中无一例出现出血、剧烈咳嗽和哮喘,无发热和咯血现象。

4 讨论

临床治疗资料显示采用倍频技术产生的 532 nm 和 660 nm 激光较一般 YAG(1064 nm)激光更容易被蛋白质组织所吸收,组织穿透较浅,对组织有明显的气化,切割速度快,对周围组织热损伤小,汽化疏通的创面清洁,激光手术中并发症少、痛苦少,术后恢复快,可不必长期留置支撑物。激光临床试验与应用证明 KTP/YAG 532 nm 和 660 nm 两种

波长的激光是腔内介入治疗的理想光源,因此倍频激光手术器是较一般 YAG 激光器更好的泪道疏通和支气管治疗手术器,值得应用和推广。

参 考 文 献

- 1 Yi Jinglin, Bai Yongquan, Xiong Kaoyan. KTP laser and Nd:YAG laser damageon lacrimal canaliculus: an experimental study[J]. *Chin. J. Laser Medsurg*, 2003, **12**(1):9-11
易敬林,白永泉,熊考燕. KTP 激光与 Nd:YAG 激光对兔泪道损伤

程度的比较[J]. *中国激光医学杂志*, 2003, **12**(1):9-11

- 2 Song Yanping, Xu Dongqiang, Huang Zhenxi et al.. KTP frequency -doubled Nd:YAG laser treatment for lacrimal passage obstruction with a report of 460 cases [J]. *Chin. J. Laser Medsurg*, 2000, **9**(3):155-157
宋艳萍,徐东强,黄震晔等.KTP 倍频 Nd:YAG 激光治疗泪道阻塞[J]. *中国激光医学杂志*, 2000, **9**(3):155-157
- 3 Nakamura. Transnasal endoscopic resection of juvenile nasopharyngeal angiofibroma with KTP laser [J]. *Eurarch Otorhinolaryngol*, 1999, **256**:212-214