

文章编号: 0258-7025(2002)Supplement-0658-03

几种波长激光对离体猪心经外膜打孔的组织学研究*

曾秋棠¹ 蒋桔泉¹ 曹林生¹ 邓中龙¹ 李正佳² 朱长虹²

(华中科技大学,¹ 同济医学院协和医院,² 激光技术国家重点实验室, 武汉 430074)

提要 研究不同工作参数下几种波长的激光对离体猪心经外膜打孔的组织学变化, 寻找适合心外膜打孔的激光源及最佳工作参数。用自制的波长为 1320 nm 和 1060 nm 的 Nd:YAG 激光, 532 nm KTP 倍频 Nd:YAG 激光, 以多种工作参数对离体猪心经外膜激光打孔, 与进口的波长为 2100 nm 的 Ho:YAG 激光比较, 记录形成一个透壁孔道所需的触发次数。在相应的工作参数下, KTP 倍频 Nd:YAG 激光与目前应用的 Ho:YAG 激光类似, 能以较少的触发次数形成激光孔道, 且所形成的孔道具有热损伤小的优点。

关键词 心肌打孔, Ho:YAG 激光, Nd:YAG 激光, KTP 倍频 Nd:YAG 激光

中图分类号 R318.51 **文献标识码** A

Histologic Study on Creating Myocardial Channel with Several Lasers in Isolated Porcine Myocardium

ZENG Qiu-tang JIANG Ju-quan CAO Lin-sheng DENG Zhong-long
LI Zheng-jia ZHU Chang-hong

(Union Hospital Affiliated to Tongji Medical College and Institute of the Laser Technology
and Engineering, Huazhong Science and Technology University, Wuhan 430074)

Abstract The effects of several lasers such as Ho:YAG, Nd:YAG frequency-doubled Nd:YAG lasers, on creating transmural channel in isolated swine heart were investigated. Light microscopy was used to assess the histologic characteristics of laser-induced thermal damage and the channels diameter. The pulse number of creating a transmural channel was recorded. The results showed that the frequency-double Nd:YAG laser, as well as Ho:YAG can effectly creat the transmural channel with less thermal damage.

Key words myocardial channel, Holium:YAG laser, frequency-double Nd:YAG Laser, Nd:YAG laser

1 引 言

激光心肌血运重建术是近年来治疗缺血性心脏病的一种新方法, 运用激光束在缺血心肌壁上形成与心腔相通的孔道, 籍此改善心肌血供, 是近年来逐渐成熟起来的一项新技术, 是继经皮冠状动脉腔内成形术(PTCA)和冠状动脉旁路移植术(CABG)后治疗冠心病的又一有效手段。目前临床用于心肌血运重建术的激光主要有 CO₂ 激光和 Ho:YAG 激光, 自 1993 年 FDA 批准用于临床以来, 取得了较好的临床效果, 它能减轻患者心绞痛症状, 提高运动耐量, 改善生活质量^[1-3]。但后者价格比较昂贵, 限制

了其在国内的应用。寻找能有效形成激光孔道, 且孔道周围组织损伤小, 又能经光纤有效传导的激光源是当前研究的一个方向。实验中用几种波长激光对离体猪心行心外膜心肌打孔, 研究其组织学变化, 试图寻找能用于激光心肌血运重建术新的激光源。

2 材料与方 法

2.1 实验材料

新鲜猪心, 将家猪处死后, 立即开胸取出心脏, 用 0.9% 生理盐水冲洗并保存。立即行激光打孔, 整个过程在 6 小时内完成。

2.2 激光器与光纤

脉冲式钬激光仪(Cardiogenesis 产品), 波长 2.1 μm , 脉冲能量 2.0 J/脉冲, 脉冲宽度为 350 μs , 每触

* 华中科技大学激光技术国家重点实验室资助课题。

发一次产生两个脉冲。光纤由特有的 365 根微纤维(硅芯直径 365 μm , 硅包层直径 400 μm)和 1.75 mm 聚焦镜头组成。

KTP (KTiPO₄) 倍频 Nd: YAG 激光仪, Nd: YAG 激光仪均由华中科技大学激光技术与工程研究院研制, KTP 倍频 Nd: YAG 激光仪波长为 532 nm, 功率 30 W, 脉冲宽度 100~150 ns, 每次触发时间 100 ms。光纤直径 0.6 mm, 为裸光纤。Nd: YAG 激光仪波长分别为 1320 nm 和 1060 nm, 功率 30 W, 为连续波, 每次触发时间 0.1 s, 光纤为裸光纤, 直径 0.6 mm。

2.3 方法

1) 将左室心肌切成 1.0 cm × 1.0 cm 块状, 以供激光打孔用。对心肌块外膜面分别以 Ho: YAG 激光、KTP 倍频 Nd: YAG 激光, 波长 1320 nm 和 1060 nm Nd: YAG 激光行激光打孔, 每个参数打孔 6 块心肌。而后依孔道方向行横切、纵切各 3 块。

2) 将打孔心肌立即用 10% 的福尔马林溶液固定, 酒精脱水, 石蜡包埋, 切成 5 μm 厚的病理切片, 苏木素-伊红染色。

3) 光镜下观察孔道的形态和损伤范围。

3 实验结果

几种激光的工作参数及触发次数、孔道直径、孔道周围坏死层厚度如表 1 所示, KTP 倍频 Nd: YAG 激光所形成的激光孔道较直, 完成一个激光孔道具有触发次数少, 所形成孔道周围热损伤小; Ho: YAG 激光能以较少的触发次数完成一个激光孔道, 但激光孔道不规则, 孔道直径较大, 周围热损伤较大; 波长为 1320 nm 和 1060 nm 的 Nd: YAG 激光均需较多的触发次数才能完成一个孔道, 随着延长每次触发时间, 形成一个透壁孔道触发次数减少, 孔壁周围坏死层厚度略有增加。

表 1 几种激光的工作参数及形成孔道情况

Table 1 Several operating parameters of lasers and the formation of channels

Types of lasers	Energy	Acting time	Triggering number	Diameter of channel	Thickness of necrosis layer
Ho: YAG	4 J	70 ms	7.6 ± 0.5	1.37 ± 0.20	0.23 ± 0.05
Frequency-doubled Nd: YAG (532 nm)	30 W	100 ms	4.7 ± 0.5	0.64 ± 0.03	0.11 ± 0.02
Nd: YAG (1060 nm)	30 W	100 ms	21.7 ± 1.3	0.62 ± 0.07	0.16 ± 0.04
		200 ms	11.5 ± 0.6	0.68 ± 0.05	0.18 ± 0.05
Nd: YAG (1320 nm)	30 W	100 ms	16.7 ± 2.4	0.73 ± 0.06	0.17 ± 0.06
		200 ms	9.6 ± 1.5	0.71 ± 0.05	0.19 ± 0.04

4 讨论

激光心肌血运重建术是运用激光束在缺血心肌壁上造成与心腔相通的孔道, 这样要求激光既能有效形成孔道, 又不产生过多的热损伤, 以尽可能地保护缺血区域尚有活力的心肌; 同时缺血心肌的电活动不稳定, 因此要求激光打孔在心脏的不应期内完成, 避免引起心律失常, 由于心室的绝对不应期多在 200 ms 左右, 这样要求每次打孔时间控制在 200 ms 以内, 故选择 100 ms, 200 ms 作为每次打孔的时间参数; 激光功率受激光发射器及光纤传输效率的影响, 根据激光仪的性能及光纤传输效率, 选择 30 W 作为功率参数; Ho: YAG 激光由于参数固定, 所以

选择的参数为每触发一次产生两个脉冲, 每个脉冲能量 2 J, 持续 35 ms。从实验结果可看出, Ho: YAG 激光能有效形成激光孔道, 孔道直径较大, 但激光孔道不规则, 周围热损伤较大, 与文献报道一致^[4]; 波长为 1320 nm 和 1060 nm 的 Nd: YAG 激光均需较多的触发次数才能完成一个孔道, 由于活体心脏跳动, 过多触发次数将造成心肌的损伤和孔道的不规则; KTP 倍频 Nd: YAG 激光所形成的激光孔道较直, 完成一个激光孔道具有触发次数少, 所形成孔道周围热损伤小, 因而很有希望用于心肌激光打孔。

激光与组织的相互作用取决于激光的特性与组织对激光的吸收。激光的特性主要包括波长、功率、能量、激光模式等; 组织的性质包括密度、热导率、反

射率、吸收率、含水量等。心肌组织含水量丰富,水对激光的吸收是影响组织对激光吸收的重要因素,水对光吸收高峰分别位于 2900 nm 和 1930 nm 附近, Ho: YAG 激光和 Nd: YAG 激光均为红外光,主要通过热效应作用于组织, Ho: YAG 激光的波长为 2100 nm,接近组织的一个吸收高峰,能被组织有效吸收,但光纤的传输效率偏低,因而难以在一个心动周期内完成一个激光孔道; Nd: YAG 激光的波长分别为 1060 nm 和 1320 nm,比 Ho: YAG 激光的组织吸收系数小,因而形成孔道的效率低; KTP 倍频 Nd: YAG 激光的波长为 532 nm,为黄绿色可见光,易被红色的心肌组织吸收,产生较强的热效应,因而易于形成激光孔道。

参 考 文 献

- 1 K. A. Horvath, L. H. Cohn, D. A. Cooley *et al.*. Transmyocardial laser revascularization: results of a multicenter trial with transmyocardial laser revascularization used as sole therapy for end-stage coronary artery disease. *J. Thorac. Cardiovasc Surg.*, 1997, **113**(4):645
- 2 O. H. Frazier, R. J. March, R. A. Horvath *et al.*. Transmyocardial revascularization with a carbon dioxide laser in patients with end-stage coronary artery disease. *N. Eng. J. Med.*, 1999, **341**(14):1021
- 3 R. Kornowski, S. Fuchs, M. B. Leon. Percutaneous transmyocardial laser revascularization: overview of US clinical trials. *Semin. Interv. Cardiol.*, 2000, **5**(2):97
- 4 T. Kitade, M. Okada, Y. Tsuji *et al.*. Experimental investigations on relationships between myocardial damage and laser type used in transmyocardial laser revascularization. *Kobe J. Med. Sci.*, 1998, **45**:127

1.4 手术方法

手术方法	激光类型	功率	脉冲宽度	脉冲频率	总能量	手术时间	术后恢复
Ho: YAG 激光	2100 nm	10-15 W	100-200 μs	10-20 Hz	1-2 J	10-15 min	1-2 周
Nd: YAG 激光	1060 nm / 1320 nm	10-15 W	100-200 μs	10-20 Hz	1-2 J	10-15 min	1-2 周
KTP 倍频 Nd: YAG 激光	532 nm	10-15 W	100-200 μs	10-20 Hz	1-2 J	10-15 min	1-2 周

... (faded text) ...

... (faded text) ...