DOI:10.16016/j.1000-5404.1989.04.010

YAG激光对脑、心、肝、肾损伤作用的组织学观察

傅成礼 陈庭仁 张传富 郝林林（新桥医院 激光室）
张哉恩 朱梅刚 高广正（新桥医院 病理科）

提 要 本文用10、12、15、20W Nd:YAG激光分别照射12只正常家兔的脑、心、肝、肾区皮肤，光照后5h内取相应脏器作组织病理学切片，光镜观察。结果表明：10W照射组，其脑、心、肝、肾所受间接辐射的损伤均不明显；12W照射组，其损伤也不甚明显，仅表现蛛网膜充血，脑组织轻微水肿，心肌细胞浊肿，肝细胞排列紊乱，肝窦变窄；15、20W组，各脏器均受到程度不同的损伤，尤以20W组损伤严重，脑组织出血、坏死，部分脑组织碎裂，多种类细胞浸润，神经细胞及胶质细胞退变。心肌纤维呈波浪状改变，横纹消失，部分肌纤维断裂，间质血管扩张、充血。肝脏出现局限性、凝固性坏死区，嗜酸性增强，并有多灶性出血。肾曲小管呈颗粒样变性。所观察脏器中，以脑组织所受损伤最重，其次是肝、心、肾。

关键词 激光；脑；心；肝；肾；光辐射；

在激光临床应用中，YAG激光常用来治疗脑、心、肝、肾区体表的病变，如血管瘤、肿瘤等。然而，在治疗中，激光能量是否对相应脏器造成一定的间接损害，尚未见报道。为此，我们用家兔作为实验对象，做了初步的实验研究。

材 料 和 方 法

一、动物及分组

12只健康家兔随机分4组(N=3)。12只兔中，雄性4只，雌性8只；体重2.1～2.5kg。照射部位剃毛。脑区选头顶中心；心区选左胸手能触及心跳部位；肝区选剑突下，靠近右肋缘处；肾区选背部第1～2腰椎右侧。

二、激光器及照光方式

YAG激光器由上海医用激光仪器厂生产，输出功率0～45W，连续可调，配带光纤输出。热电转换型激光功率计由西南电子研究所生产，测光纤末端输出功率。

辐照功率：第一组10W；第二组12W；第三组15W；第四组20W。辐照时间各组均为6 s，光纤末端距离皮肤表面2cm，光斑直径0.6cm。

三、标本采集、固定、染色

照光后5 h内活杀各组兔子，在心跳尚未停止前取肝、肾、脑，最后取心脏，标本立即固定在10%福尔马林液中，72h取以上脏器组织各两块，石蜡包埋，切片厚4～5μ，苏木素伊红染色，光镜下观察。

结 果

一、受照部位皮肤及距对应脏器总厚度如下

肝区2.6～3.0mm，平均2.9mm，头顶部6.5～7.1mm，平均6.8mm；心区5.8～6.2mm，平均6.0mm；肾区7.5～8.0mm，平均7.5mm。

肉眼见：各组皮肤均有不同程度的损伤，轻的灰白，重的紫黑或炭化。20W组，颅骨表面明显出血，坏死。

镜下见：皮肤凝固，表皮有脱落、坏死；皮下纤维组织断裂，排列紊乱、水肿，出血；横纹肌肌浆嗜酸性增强，横纹消失，肌纤维断裂，空泡形成（图1）。

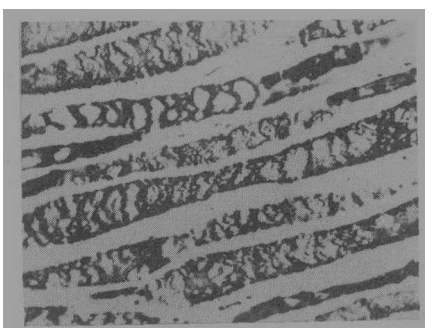


图1 横纹肌横纹消失，肌断裂，许多空泡形成。(HE×210)

二、各脏器的变化

(一) 10W组

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

肉眼观察：脑、心、肝、肾均无明显损伤。

镜下见：脑、肾组织无明显病理学改变，心肌横纹模糊、浊肿，有空泡形成，肝细胞示轻—中度浊肿，肝窦变窄。

（二）12W组

肉眼观察：各脏器未见明显损伤。

镜下见：蛛网膜显充血，脑组织轻微水肿；心肌细胞浊肿，横纹模糊，有空泡形成；肝细胞明显浊肿，分布不均，排列紊乱，肝窦变窄或消失；肾包膜下皮质部的近曲小管上皮浊肿。

（三）15W组

肉眼观察：软脑膜出血，轻度坏死，照射区肝表面片状出血；心、肾未见明显损伤。

镜下见：脑组织水肿较明显，蛛网膜下腔血管扩张、充血，少量淋巴细胞浸润，脑神经细胞周围空晕、核质深染、呈固缩状，结构不清；心肌细胞高度浊肿，空泡形成，心肌横纹消失，血管扩张、充血，心肌纤维断裂，胞浆深染；肝细胞高度浊肿，肝窦消失，部分核固缩，肾脏损害与12W组相似。

（四）20W组

肉眼观察：软脑膜水肿、充血、出血、坏死，脑实质表面片状出血，肿胀；照射区肝、肾表面片状出血，点状坏死，心脏未见明显损伤。

镜下见：蛛网膜显著充血，淋巴细胞浸润，部分脑组织碎裂，神经细胞及胶质细胞显示退变，部分胶质细胞胞浆、胞核结构不清或消失，核质深染，固缩状，核仁不清，尼氏小体减少或消失，呈细颗粒状，细胞间质血管增多，小灶性出血，有浆液渗出，嗜中性、酸性白细胞浸润，并有灶性胶质细胞增生（图2、3），心肌细胞显著浊肿，核固缩，

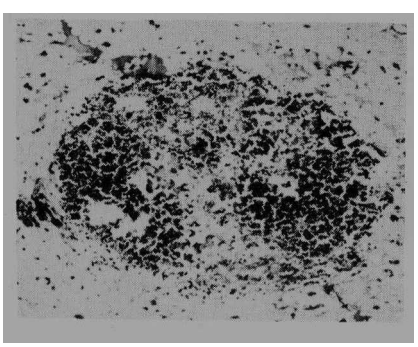


图2　脑组织出血灶，神经细胞退变，浆液渗出。（HE×105）

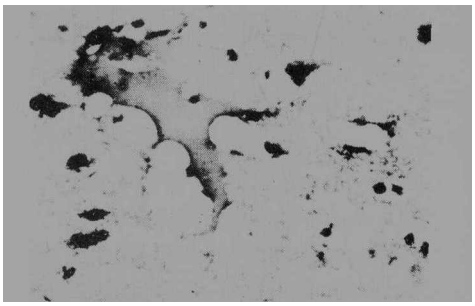


图3　神经细胞结构模糊，核固缩。质间内浆液渗出。（HE×420）

肌纤维呈波浪状，横纹消失，部分肌纤维断裂（图4）。间质血管扩张，充血；肝表面有局限性、凝固性坏死带，嗜酸性增强，核固缩（图5），与深

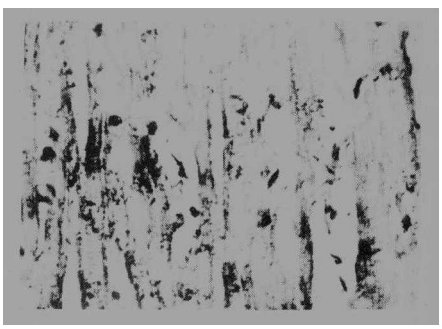


图4　心肌明显浊肿，横纹消失，部分心肌纤维断裂。（HE×420）

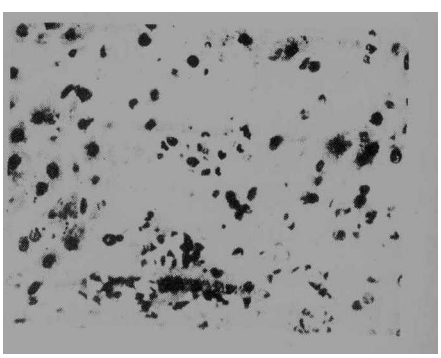


图5　肝细胞分布不均，胞浆凝固，部分核固缩，充血，水肿。（HE×420）

而肝组织有明显界线，并有多灶出血，肝细胞高度浊肿，肝窦显著变窄或消失，界线不清；肾曲小管颗粒状变性，尤以包膜下皮质明显（图6），肾小球及间质未见明显改变。

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

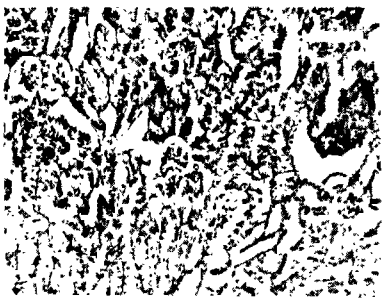


图6 肾小管上皮细胞浊肿。(HE×105)

讨 论

有关YAG激光直接照射对组织器官损伤作用及穿透深度的研究较多[1-4]。就穿透力而言，常用激光中，YAG激光比其它激光具有更强的穿透力。如对皮肤的穿透深度为4.2mm，对血液层、肝、胃壁的穿透深度，YAG激光为1.0、0.8、1.8mm[6]。另有作者报道，输出功率为50W的YAG激光，直接照射肝、脾、胰1s，其穿透及损伤深度分别为3.1、3.3、1.0mm[5]。上述结果证明，YAG激光直接照射不仅穿透损伤能力强，而且同一剂量对不同组织的作用深度也有较大的差别。本实验采用间接照射法证明YAG激光对不同组织也具有不同的损伤能力。如辐射功率15W组，蛛网膜下腔血管扩张、充血、出血，淋巴细胞浸润，脑组织水肿，神经细胞核深染，固缩，结构不清；此时，肾、心所受的损伤则较轻，特别肾脏的损伤更是不明显。而脑区与肾、心区的皮肤厚度分别相差不到1mm。尽管肝区的皮肤厚度远比脑区薄，但肝脏所受损伤也不如脑组织重。不同组织对YAG激光表现出不同的敏感性，这可能是生物组织自身的特性所决定的。如前所述，这些特性是比较复杂的，它包括组织的光学性质，电学性质，机械性质等等。然而，究竟何种性质对其起决定性作用，尚待深入研究。但就我们观察的几个器官看，脏器的血流量(ml/g/min)可能对YAG激光的热效应有重要的影响，因单位时间血流量大，所带走的热量就多，脏器所受损伤相对就轻。

激光对组织的损伤深度通常是随其功率或能量密度的增加而加深的，这已被很多实验所证实。我们也观察到YAG激光对脑、心、肝、肾的间接损伤深度及范围均随激光输出功率的增加而增加。输出功率10、12W，照射6s，从病理组织学看，各脏器所受损害都不明显或只有轻微的损伤。输出功率15W以上，特别20W组，各脏器都有程度不同的损害，脑的损伤最重，其次是肝、心、肾，说明脑组织比较敏感。另外，但也有作者观察到YAG激光的损伤深度及范围随输出功率的增大，变化并不明显[6]。该作者分别用输出功率为50、60、70、80、90、100W的YAG激光直接照射肝、脾、胰，时间均为1s，结果各脏器间所受损伤深度的差异明显。而同一脏器，不同功率级之间的损伤深度差异则不明显，有的低功率组所受损伤还比功率高的组重。出现这种现象的真正原因尚不清楚，是否与照射时间的长短有关，尚需进一步研究。

由于动物的皮肤厚度以及脏器对激光的敏感性与人体有较大差异，所以本文结果只能作为临床应用YAG激光时的参考依据，而且对间接损伤问题还需要作更多更详细的临床前研究。

参 考 文 献

1. Frank F, et. alVarious effects of the Co2, the Neodymium-YAG, and the argon laser irradiation on bladder tissue. Lasers Surg Med 1982; 2:89～96
2. Faye R, et al. Influence of bladder distention on absorption of YAG and argon laser beams: An experimental study in dogs. Eur Urol 1982;8:247～250
3. Halldorsson TH, et al. Theoretical and experimental investigationts prove Nd: YAG laser treatment to be safe. Lasers Surg Med 1981; 1:253～262
4. Joffe SN, et al. Influence of Nd: YAG laser power density and coaxial Co2 on

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

the gastric wall Lasers Surg Med 1984; 4:247—259
5. 虞启琏，等。医用激光仪器。天津科学技术出版社，1986
6 Brackett KA, et al. Effects of Nd:YAG laser photoradiation on intra-abdominal tissues: A histological study of tissue damage versus power density applied. Lasers Surg Med 1986; 6:123~130
(收稿：1988.5.6；修回：1988；8.19)

Effects of Indirect Nd: YAG Laser Photoradiation on Tissues of Brain, Heart, Liver and Kidney: Histological Observation of Tissue Damage

Fu Chengli, et al. (Department of Laser in Surgery and Medicine, Xin qiao Hospital, Third Military Medical College)

Zhang Zaigen, et al. (Department of Pathology, Xinqiao Hospital, Third Military Medical College)

The brain, heart, liver and kidney of 12 normal rabbits are indirectly irradiated by 10, 12, 15, 20 W laser beam. Specimens for investigation are collected from the 4 kinds of organs. The results show: by 10 W, all of them, except the vague stripe and slightly cloudy swelling of the cardiac muscle and liver cells, are not affected; by 12 W, arachnoid hyperemia, hydrops of brain tissues, cloudy swelling, vague stripe and vacuolation of the cardiac muscles, cloudy swelling, uneven distribution of liver cells, narrowing and disappearing of hepatic sinuses and cloudy swelling of epithelial cells of proximal convoluted tubules are observed; serious damage in all organs occurs by 15, 20 W, congested arachnoid membrane, infiltration of lymphocytes, some broken brain tissues, nerve and colloidal cells degenerate, structureless or disappearing of some colloidal cell cytoplasm and nuclei, increased blood vessels, dot-like bleeding, serous effusion, neutrophil and acidophils infiltration colloidal cell proliferation in the intercellular tissues of brains are seen, cloudy swelling, pyknotic, wave-like and stripless of myocardia cells appear. Some heart muscle fibers are broken. In the intercellular tissues of heart there is vasodilatation and hyperemia. Locally coagulated necrotic acidophilic pyknotic nuclei and dot-like bleeding zones are founded in the livers. The hepatic sinuses become narrow, disappeared or dull. The uriniferous convoluted tubules granule-like degeneration present. The changes of glomeruli and intercellular tissues in kidney are unobserved.

Key words: Nd, YAG; laser; brain; heart; liver; kidney; irradiation

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net