

193nm 准分子激光光解切除皮肤 切除深度与照射剂量的研究

李兆璋 袁一风 吴家女 盖宝康

(上海第二医科大学激光医学研究室, 200025)

Ablation of skin by 193nm excimer laser——Studies of ablation depth and exposure dose

Li Zhaozhang, Yuan Yifen, Wu Jiamu, Gai Baokang

(Division of Laser Medicine, Shanghai Second Medical University, Shanghai)

Abstract: The studies of ablation of skin by 193nm excimer laser were performed on an animal model. The paper presents the relation of ablation depth to the laser beam fluence (energy per unit area). The results suggested that the optimal photoablation were found with exposure dose less than 300 mJ/cm² and 800 mJ/cm² per pulse.

Key words: 193nm excimer laser, ablation depth, exposure dose

八十年代初,随着准分子激光器研制的发展,各国学者从193nm准分子激光能精确蚀刻多聚化合物得到启发,开始研究此波长激光与生物组织的相互作用^[1~3]。Srinivasan与Lane分别用皮肤、肌肉、牙齿、角膜等生物样品试验,发现光量子为6.4eV的紫外激光与生物组织作用时,主要是光化学作用(Photochemical mechanism),受照区域周围热损伤轻微^[4,4]。深入的研究表明:适当控制激光的各种物理参数(脉冲重复频率、单脉冲的能量及照射时间),就可对生物样品进行光分解(Photodecomposition)及光解切除(Photoablation)。七十年代以来,激光在外科中的应用,大多数激光器(CO₂、Nd:YAG、Ar⁺等)均利用热效应来气化组织。为了减少切口周围的热损伤,有些学者进行了193nm激光的临床研究^[6~9]。Marshall等对角膜受193nm激光照射的超微结构作了研究,发现照射区域邻近60~200nm组织仍有损伤^[10,11]。Lane与Linsker以动物和人皮肤为实验对象,采用脉冲宽度14ns、重复频率4Hz、单脉冲能量密度在0.2~2J/cm²范围的193nm激光照射,通过组织学检查及分析,讨论了皮肤光解切除的可能性^[12]。Sartori等与Linsker及其合作者分别就193nm激光与狗和人的离体冠状动脉粥样硬化斑块和正常动脉壁的相互作用进行了观察。实验结果表明193nm对非钙化动脉粥样硬化斑块的光切除作用十分有效,且周围血管组织损伤小^[13,14]。上述研究提示,193nm准分子激光器有可能成为一种新型的外科手术器械。我国在这方面的研究尚是空白,为了探索这种激光器在医学中的应用,本文报告193nm激光对皮肤的光解切除效应,着重分析激光照射剂量与光解切除深度及组织学变化的关系。

一、实验材料及方法

整个研究采用 EMG102 准分子激光器, 运转波长为 193 nm (ArF), 脉冲宽度 14 ns, 单脉

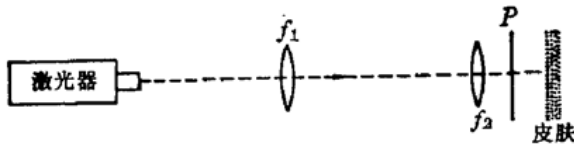


图 1 193 nm 激光照射皮肤的光路简图

冲最大输出为 190 mJ, 经过光阑及掩模可将光束的单脉冲能量密度调节到 530 mJ/cm²、774 mJ/cm²、1075 mJ/cm² 三组, 用 Gentec ED500 能量计测量。皮肤光解切除照射光路如图 1 所示。P

掩模宽度为 0.3 mm, f_1 圆透镜焦距为 60 cm, f_2 柱透镜焦距为 5 cm。采用三种重复照射频率 (20 Hz、50 Hz、100 Hz) 及不同的照射时间 (4 s~20 s 的范围), 使每一组的总能量密度调节在 100~1100 J/cm² 之间。

用 5 kg 重的上海小白猪皮肤作为试样。实验前腹腔注射 2.5% 异戊巴比妥钠麻醉剂 2.5 cc/公斤体重, 皮肤用肥皂水洗净随后划成 2 cm × 2 cm 的方格, 分布在离脊柱两侧各 3 cm 的背腹部。每种照射剂量至少作 3 个切口, 观察光解切除的伤口瞬时反应, 10 分钟内取材作光镜及电镜检查。

二、实验结果

三组单脉冲能量密度与不同重复频率及照射时间光解切除皮肤的深度见表 1 及图 2。

由表 1 计算每焦耳厘米⁻²所能切除的深度见表 2。

光切除切口边缘的组织学检查结果表明: 总能量密度在 1009~1100 J/cm² 范围, 不论单脉冲能量密度变化多大, 其切割形状及深度大致相近, 切口宽度为 0.28~0.3 mm, 深达真皮或皮下脂肪层。切割时, 出血少但切口两侧有凝固斑及红肿。在 510~561 J/cm² 范围内, 3 组单脉

表 1 三组单脉冲能量密度与光解切除深度的关系

脉冲重复频率	20 Hz	50 Hz	100 Hz	100 Hz
单脉冲能量密度 (mJ/cm ² ·pulse)	照射总能量密度标准差 光解切除深度			$\pm Q + Sg$ (J/cm ²) d (μm)
1075	112 ± 0.37 (170)	285 ± 0.08 (400)	561 ± 0.12 (720)	1100 ± 0.14 (1060)
774	104 ± 0.2 (160)	256 ± 0.25 (300)	532 ± 0.09 (520)	1009 ± 0.13 (1000)
530	107 ± 0.32 (150)	269 ± 0.08 (230)	510 ± 0.37 (400)	1056 ± 0.07 (1030)

表 2 光解切除深度与总能量密度的关系

总能量密度 Q (J/cm ²)	光解切除深度 d ($\mu\text{m}/\text{J} \cdot \text{cm}^{-2}$) 均值			
104~112	1.51	1.53	1.40	1.48
256~285	1.40	1.17	0.85	1.14
510~561	1.28	0.97	0.78	1.01
1009~1100	0.96	0.99	0.97	0.97

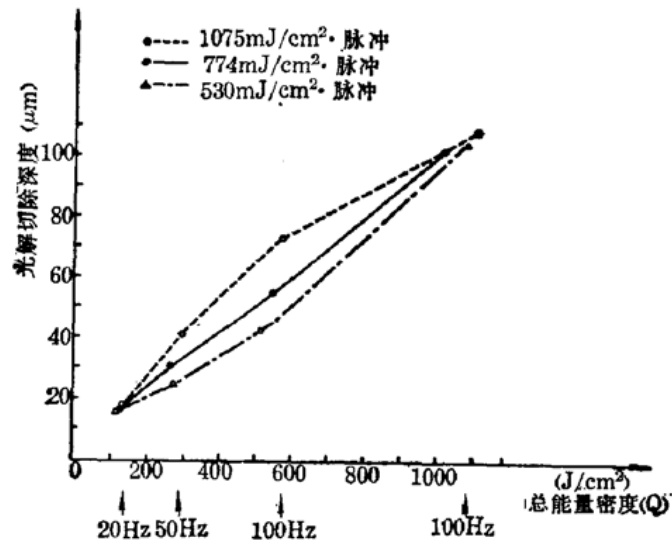


图 2 光解切除深度与总照射能量密度的关系

冲能量密度造成的切口形状略有不同,切割时有出血及两侧凝固现象,然而 $774\text{mJ}/\text{cm}^2 \cdot \text{pulse}$ 这一组切口出血少,且边缘整齐。总能量密度在 $256 \sim 285\text{J}/\text{cm}^2$, 切口仍明显,两侧照后即有局部红晕及水肿。 $104 \sim 112\text{J}/\text{cm}^2$ 范围中三组单脉冲能量不同的切口均很细,出血也少,切口两侧无凝固及水肿。宏观看到的出血、水肿及凝固在组织切片上的表现也是一致的。组织学照片在 $<300\text{J}/\text{cm}^2$ 时,切口处有渗血,切口边缘两侧组织基本正常。但 $>300\text{J}/\text{cm}^2$ 时,切口两侧有 $0.3 \sim 1\text{mm}$ 左右表皮疏松、细胞内水肿并有空泡,真皮层毛细血管扩张,胶原纤维增粗,网状细胞间隙增大。周围组织受影响的程度与单脉冲能量密度有一定关系。

三、讨 论

本实验采用三组不同单脉冲能量密度、三种重复频率进行光切除,总能量密度在 $100 \sim 1100\text{J}/\text{cm}^2$ 均能切割皮肤。为了减少切口周围组织的损伤,实验结果提示:采用小于 $300\text{J}/\text{cm}^2$ 及 $800\text{mJ}/\text{cm}^2 \cdot \text{pulse}$ 的照射剂量, $20 \sim 50\text{Hz}$ 的重复频率可以获得较好切割效果。总能量密度 $1\text{J}/\text{cm}^2$ 其切割深度为 $1.14\mu\text{m}$ 。193 nm 激光切割组织时受到组织表面渗血的影响,因而切口形状有时呈喇叭状。单个脉冲切割的深度并不等于总切割深度除以脉冲数,因而尽管单脉冲能量密度相同,重复频率相同,图 2 所示总能量密度与总深度并不成线性关系,因此在临床应用时必须注意这种治疗深度和照射剂量的关系,进一步的定量临床研究尤有必要。

虽然目前各国学者对 193 nm 的光解切除效应十分感兴趣,究竟其切割机制如何?切口周围热损伤小,但超微结构表现如何?切口周围细胞的远期效应如何?都是值得进一步探索的。

参 考 文 献

- 1 R. Srinivasan, *J. Vac. Sci. Technol.*, **B4**, 923 (1983)
- 2 B. Brazen, *J. Polym. Sci. Polym. Chem.* **22**, 2601 (1984)
- 3 R. Srinivasan, *Science*, **234** (10), 559 (1986)
- 4 R. Srinivasan, *Amer. J. of Ophthalmol.*, **96** (6), 710(1983)
- 5 R. J. Lane *et al.*, *Lasers and Applications*, **III** (Nov.), 59(1984)
- 6 M. G. Kerr-Muir *et al.*, *Ame. J. Ophthalmol*, **103** (3), 448 (1987)

- 7 P. E. Dyer *et al.*, *J. Appl. Phys.*, **57**, 1420 (1985)
- 8 R. J. Lane *et al.*, *Lasers Surg. Med.*, **6** (6), 155 (1987)
- 9 J. A. Parrish, *Arch Dermatol.*, **121**, 599 (1985)
- 10 J. Marshall *et al.*, *Ophthalmology*, **92** (6), 749 (1985)
- 11 J. Marshall *et al.*, *Br. J. Ophthalmol.*, **70**, 482 (1986)
- 17 R. J. Lane *et al.*, *Arch. Dermatol.*, **121**, 609 (1985)
- 13 M. Sartori *et al.*, *Lasers Surg. Med.*, **7** (4), 300 (1987)
- 14 R. Linsker *et al.*, *Lasers Surg. Med.*, **4**, 201 (1984)

(收稿日期: 1988年6月6日)

激光照射对表皮郎格罕细胞的影响

冯惠明 何清华 张滨岳 李力丹 朱 健

(广州医学院, 510120)

Influence of laser irradiation on epidermal Langerhans cells of guinea-pig skin

Feng Huiming, He Qinghua, Zhang Binyue, Li Lidan, Zhu Jian

(Guangzhou Medical College, Guangzhou)

Abstract: The aim of this study was to investigate the influence of low-power laser irradiation on epidermal Langerhans cells. The result showed that the number of Langerhans cells decreased markedly after the irradiation, whereas the morphology and distribution of Langerhans cells showed no significant changes.

Key words: Langerhans cells, immune system, photochemical effect

郎格罕细胞(Langerhans cell, LC)是从骨髓中的前体细胞衍化而来的树枝状细胞, 主要位于表皮基层上方。有摄取抗原, 处理抗原和传递抗原的功能, 起着免疫系统外围前哨的作用^[1]。LC的功能可受各种理化因子的影响, 是否也会受到激光照射的影响? 本文的研究目的是探讨低功率CO₂激光照射后, 表皮LC的数目、形态和分布的变化情况。

材 料 和 方 法

实验动物: 选用白色和背部白色的杂色健康纯种豚鼠10只, 体重200~300g, 雌雄各半。

激光器: 采用CO₂激光器, 输出功率5W, 光斑直径6.6cm, 功率密度0.15W/cm²。

照射方法: 十只豚鼠均接受激光照射, 部位是背部。先将该处约3×6cm²范围内的毛拔去, 照射的距离为50cm, 每天照射一次, 每次2分钟, 连续照射10天。

LC检查: 采用ATP酶染色法。皮肤标本切取时间是: 首次激光照射前6天, 末次激光照射后5天、12天和19天。用直径5mm的皮肤钻孔器切取背部皮肤标本, 放入EDTA分离