

# 用 CO<sub>2</sub> 激光吻合外周神经干的实验研究

刘炳荣 李晓华 陶锦淳

(上海第二医科大学, 200025)

**提要:** 使用 3 W CO<sub>2</sub> 激光共吻合 22 只家兔计 44 支胫后神经干, 并设常规显微缝合对照组。术后九周, 测定神经传导速度和神经再生观察, 均无显著差异。

**关键词:** CO<sub>2</sub> 激光吻合术, 神经修复, 神经再生

## Research of nerve repair by carbon dioxide laser

*Liu Bingrong, Li Xiaohua, Tao Jinchun*

(Shanghai No. 2 Medical University, Shanghai)

**Abstract:** The carbon dioxide(CO<sub>2</sub>)laser of 3W output power for repairing forty-four tibial nerves of rabbit with seel scalpel blades, and then the epineurial repairs were completed using either standard microsuture or CO<sub>2</sub> laser-welding technique. The regenerative nerve was investigated by nerve conductive velocity and optical and electron microscopes after nine weeks postoperatively.

**Key words:** Nerve repair, CO<sub>2</sub> laser weld, Nerve regeneration

修复损伤的外周神经干, 并使其恢复功能, 目前仍然是骨科医生的难题。肢体主要神经干的损伤引起肢体功能全部或部份丧失, 给患者带来很大痛苦。神经修复后的功能恢复在于再生神经纤维能否长入远段的雪旺细胞管内, 这涉及到两断端的对合和吻合区的手术反应程度。百余年来, 骨科和神经显微外科仍在追求新的手术方法, 然而仍未得到满意的结果。八十年代以来, 在激光医学领域, 许多研究者开创了一个新方向——激光吻合组织, 如血管、神经、皮肤、输卵管、输精管和兔小肠等。本文总结了用自制的 CO<sub>2</sub> 激光显微手术仪吻合外周神经的实验研究。

## 材 料 和 方 法

1. 动物: 新西兰雄性家兔 22 只, 体重  $2.5 \pm 0.5$  kg。吻合胫后神经干用低能量 CO<sub>2</sub> 激光吻合法(实验组), 和外膜缝合法(对照组)。将 22 只家兔 44 根胫后神经随机分成两组, 双侧同体配对。2 只动物的吻合口处神经作电镜观察。10 只动物 20 根神经按一定时间用于观察吻合术后的神经长合过程, 另 10 只动物 20 根神经作电生理测定。

2. 手术方法: 用 5% 异戊巴比妥钠(1ml/500g 体重)静脉麻醉。实验组用 8-0 无损伤缝线于 180° 处将神经外膜端~端缝合二针, 作支持线, 然后用 CO<sub>2</sub> 激光在支持线间沿神经干四周作激光斑叠瓦式照射。激光功率为 3W, 光斑为 1mm, 单次照射时间为 0.3s。对照组用 8-0 无损伤缝线作常规神经外膜缝合, 共缝 6 针。上述操作均在手术显微镜下进行。

3. 观察方法: (1) 神经传导速度测定: 术后八或九周, 在全麻下, 暴露实验家兔的双侧胫后神经, 用 0.3mA 的刺激电流刺激神经, 在吻合口远段 1cm 处记录神经动作电位的潜伏期, 以神经动作电位的潜伏期作为神经传导速度的一个指标。(2) 组织学研究: 取下实验段神经, 置于 10% 中性福尔马林溶液中固定, 在吻合口近远端 0.5cm 处作横切片, 吻合口区及吻合口远段作纵切片, 经 HF Bielschowsky 神经纤维嗜银染色, 光镜下观察神经在术后创伤, 异物反映及神经再生。在 100× 光镜下, 用显微网格测微计分别测量近、远端神经横断面积, 每横断面随机取三个视野进行神经纤维计数, 算出单位面积神经纤维数, 乘上神经束面积, 得出神经纤维总数, 并计算均值。(3) 神经超微结构观察: 术后九周, 取双侧吻合口标本, 固定于 2.5% 戊二醛溶液中, 作透射电镜观察, 以观察神经吻合后超微结构变化。

## 结 果

1. 电生理研究: 术后九周, 神经动作电位潜伏期, 实验组和对照组之间互有长短(图 1), 但均比正常空白组低, *t* 检验表明激光吻合组与外膜缝合组之间无显著性差异( $P > 0.05$ )。



Fig. 1 Onset latency of action potential of tibial nerve in rabbits  
(a) with suture repaired 2.47 ms; (b) with CO<sub>2</sub> laser repaired 3.29 ms

2. 组织学观察: 术后, 髓鞘和轴突的变性及组织反应, 二组结果基本一致。术后 2 天、1 周、4 周创伤性炎症反应较明显, 主要表现为髓鞘空泡样变性, 髓鞘崩解, 局部炎性细胞浸润, 纤维母细胞和毛细血管增生, 并可见白细胞附壁。术后九周, 吻合口远段横切片, 可见丰富的雪旺细胞。激光吻合组, 光镜下未见“碳化物质”沉积, 但二组在缝合线处均可见异物巨细胞(图 2)。由于对照组缝线多, 故异物反应较激光组更重, 纤维组织增生也较激光组明显。神经纤维计数, 发现神经干吻合口远段纤维数与近段纤维数之比——神经纤维恢复率缝合组为  $0.83 \pm 0.20$ ; 激光吻合组为  $0.80 \pm 0.50$ 。两种方法没有显著差别( $P > 0.05$ )。

3. 超微结构观察: 术后九周, 激光组和对照组之神经标本作透射电镜检查, 可见再生神经纤维与变性神经纤维并存。再生髓鞘结构已基本正常, 但有极少量脱髓鞘现象, 雪旺细胞形态基本正常。



Fig. 2 Foreign body reaction near the suture after nine weeks postoperatively

## 讨 论

1. CO<sub>2</sub> 激光吻合外周神经干的可行性: 电生理研究和组织形态学观察结果表明 CO<sub>2</sub> 激光吻合外周神经干是可行的, 较精确地控制激光束的强度和辐照时间, 可做到不损伤吻合口的神经外膜组织。

2. CO<sub>2</sub> 激光吻合神经的机制: 用激光作神经吻合术时, 能见到神经外膜颜色变灰白, 并向吻合口收缩即可。如果激光辐照过度, 将引起吻合口区组织损伤, 而致吻合术失败。激光吻合术中, 要控制恰当的激光强度和辐照时间, 既不致损伤吻合口神经鞘膜组织, 又能使二断端融合在一起。关于激光吻合术使具有胶原蛋白的组织二断端连接在一起的机制, Frazier 等<sup>[1]</sup>认为, 主要是激光能量使断离处组织中蛋白的热松解, 随之与邻近蛋白分子再结合, 冷却后, 这些连接而新生的分子就变得坚固。Vale 等<sup>[2]</sup>认为激光吻合的机理是由于纤维蛋白的凝固作用增强。笔者认为上述见解是可取的, 因为在作激光吻合术时, 控制激光强度和辐照时间十分重要, 恰如其分地使二断端组织中的胶原蛋白松解, 重新组成新分子, 而不致辐照过度引起组织损伤而致坏死, 这是激光吻合术的关键。

3. CO<sub>2</sub> 激光吻合神经的优点: 对于周围神经的吻合方法, 人们一直在寻找一种所谓无线缝合修复法, 达到克服缝线异物反应所带来的不良影响, 激光“焊接”断离组织, 就是在这种思想指导下产生的。Fischer 等<sup>[3,4]</sup>用 CO<sub>2</sub> 激光吻合大鼠坐骨神经, 与缝线缝合法比较, 神经接通率, 测量穿过吻合区的神经动作电位, 远近段神经纤维计数, 二种吻合法没有明显差别。然而, 吻合口处的瘢痕形成和瘢痕收缩, 缝线缝合法比激光吻合术要明显得多。看来, 吻合口区异物反应轻, 瘢痕形成少, 以及手术方法简便, 这是激光吻合术的优点所在。激光吻合术, 目前尚处在实验研究阶段, 到底用多大的激光强度, 多长的辐照时间以及选取何种激光, 这些问题尚需深入研究, 才能逐渐进入实际应用。

## 参 考 文 献

- 1 O. H. Frazier *et al.*, *Surgery*, **97**, 585 (1985)
- 2 B. H. Vale *et al.*, *Plast. Reconst. Surg.*, **77**, 759 (1986)
- 3 D. W. Fischer *et al.*, *Neurosurg.*, **17**, 300 (1985)
- 4 D. W. Fischer *et al.*, *Neurosurg.*, **18**, 266 (1986)