

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.17.001

文章编号: 1005-8982 (2025) 17-0001-07

耳鼻咽喉疾病专题·论著

## 二氧化碳激光与开放式部分喉切除术在喉鳞状细胞癌患者中的应用效果研究\*

王田, 王璟媛

[山西白求恩医院(山西医学科学院)耳鼻咽喉科, 山西 太原 030032]

**摘要:** **目的** 探讨二氧化碳激光与开放式部分喉切除术在喉鳞状细胞癌患者中的应用效果与安全性。**方法** 采用随机数字表法将2021年2月—2024年7月山西白求恩医院收治的120例喉鳞状细胞癌患者分为观察组与对照组, 每组60例。观察组接受二氧化碳激光手术, 对照组接受开放式部分喉切除术。比较两组患者的基线资料、生存情况、手术指标(手术时间、术中出血量、住院时间)、喉功能[饮食评估量表(EAT-10)、洼田饮水试验]、术后视觉模拟评分法(VAS)评分及并发症发生情况。**结果** 截至随访结束, 观察组有2例患者死亡, 术后3年累计生存率为96.67%(58/60); 对照组有3例死亡, 1例失访, 术后3年累计生存率为93.33%(56/60)。两组3年生存率比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ )。观察组手术时间、术后住院时间均短于对照组( $P<0.05$ ), 术中出血量少于对照组( $P<0.05$ )。观察组手术前后EAT-10评分、洼田饮水试验评分的差值均小于对照组( $P<0.05$ )。两组术后不同时间点VAS评分比较, 结果: ①不同时间点VAS评分比较, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ); ②观察组与对照组VAS评分比较, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ), 观察组VAS评分较低, 相对镇痛效果较好; ③两组VAS评分变化趋势比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ )。观察组并发症发生率低于对照组( $P<0.05$ )。**结论** 二氧化碳激光在喉鳞状细胞癌的治疗中具有较好的临床疗效, 手术创伤小, 术后恢复快, 喉功能保存较好, 且并发症少。

**关键词:** 喉鳞状细胞癌; 二氧化碳激光; 开放式部分喉切除术; 喉功能; 术后并发症

**中图分类号:** R739.65

**文献标识码:** A

## Comparative study of carbon dioxide laser versus open partial laryngectomy in patients with laryngeal squamous cell carcinoma\*

Wang Tian, Wang Jing-yuan

[Department of Otolaryngology, Shanxi Norman Bethune Hospital (Shanxi Academy of Medical Sciences), Taiyuan, Shanxi 030032, China]

**Abstract:** **Objective** To investigate the therapeutic efficacy and safety of carbon dioxide laser versus open partial laryngectomy in patients with laryngeal squamous cell carcinoma. **Methods** Using random number tables, 120 patients with laryngeal squamous cell carcinoma treated at Shanxi Norman Bethune Hospital from February 2021 to July 2024 were enrolled. Baseline characteristics, including smoking history (39 patients) and alcohol consumption history (26 patients), showed no statistically significant differences between the groups. The survival status, surgical parameters [operation time, intraoperative blood loss, hospital stay], laryngeal function [Eating Assessment Tool (EAT-10), Kubota water-swallowing test], postoperative pain [Visual Analogue Scale (VAS) at

收稿日期: 2025-04-19

\* 基金项目: 山西省基础研究计划资助项目(No:202403021222382)

[通信作者] 王璟媛, E-mail: yudimaggie@163.com; Tel: 15035111583

rest], and complication rates were compared between the groups. Statistical analyses used t-tests or  $\chi^2$  tests. **Results** In the observation group (60 cases), 2 patients died during follow-up (3-year cumulative survival rate: 96.67%). In the control group (60 cases), 3 patients died and 1 was lost to follow-up (3-year cumulative survival rate: 93.33%). There was no statistically significant difference in 3-year survival rate between the two groups ( $P > 0.05$ ). The observation group had shorter operation time, less intraoperative blood loss, and shorter postoperative hospital stay than the control group ( $P < 0.05$ ). The differences in EAT-10 and Kubota water-swallowing test scores before and after surgery were smaller in the observation group than in the control group ( $P < 0.05$ ). For VAS scores at rest at 6, 12, 24, and 48 h postoperatively: (1) There were statistically significant differences across time points ( $P < 0.05$ ); (2) The observation group had lower VAS scores than the control group ( $P < 0.05$ ), indicating better analgesia; (3) There was no statistically significant difference in the trend of VAS score changes between groups ( $P > 0.05$ ). The complication rate was lower in the observation group than in the control group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Carbon dioxide laser treatment demonstrates better clinical efficacy than open partial laryngectomy in laryngeal squamous cell carcinoma, with less surgical trauma, faster recovery, better preservation of laryngeal function, and fewer complications.

**Keywords:** laryngeal squamous cell carcinoma; carbon dioxide laser; open partial laryngectomy; laryngeal function; postoperative complications

喉鳞状细胞癌是头颈部常见的恶性肿瘤之一,治疗方法主要包括手术切除、放疗和化疗,其中手术切除仍然是早期和局部进展期喉癌的主要治疗手段<sup>[1-2]</sup>。开放式部分喉切除术虽然能够有效切除肿瘤,但由于手术创伤大、术后恢复慢且并发症较多,患者术后喉功能受损明显,吞咽困难、声音嘶哑等问题普遍存在,严重影响患者术后生活质量<sup>[3-4]</sup>。随着微创手术技术的发展,二氧化碳激光作为一种新的治疗手段,能够保证彻底切除肿瘤的同时,尽可能地保留患者的喉功能,在喉部肿瘤的治疗中逐渐得到应用<sup>[5-6]</sup>。然而其在临床应用的报道较少,尚需进一步研究。基于此,本研究比较二氧化碳激光与开放式部分喉切除术在喉鳞状细胞癌患者中的应用效果,以期为喉鳞状细胞癌的治疗提供更为有效、安全的临床依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究为随机对照试验。选取 2021 年 2 月—2024 年 7 月山西白求恩医院收治的 120 例喉鳞状细胞癌患者为研究对象,采用随机数字表法分为观察组与对照组,每组 60 例。观察组接受二氧化碳激光手术,对照组接受开放式部分喉切除术。观察组男性 51 例、女性 9 例;年龄 45 ~ 78 岁,平均  $(63.37 \pm 6.91)$  岁;声门型 51 例,声门下型 4 例,声门上型 5 例;TNM 分期中,  $T_1N_0M_0$  26 例,  $T_2N_0M_0$  23 例,  $T_3N_0M_0$  9 例,  $T_3N_1M_0$  2 例;临床 I 期 27 例,临床 II 期

23 例,临床 III 期 10 例;有吸烟史 36 例,有饮酒史 27 例。对照组男性 50 例、女性 10 例,年龄 46 ~ 77 岁,平均  $(64.64 \pm 6.96)$  岁;声门型 49 例,声门下型 5 例,声门上型 6 例;TNM 分期中,  $T_1N_0M_0$  27 例,  $T_2N_0M_0$  21 例,  $T_3N_0M_0$  10 例,  $T_3N_1M_0$  2 例;临床 I 期 26 例,临床 II 期 25 例,临床 III 期 9 例;有吸烟史 39 例,有饮酒史 26 例。两组基线数据比较,差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。本研究经医院医学伦理委员会批准 (No: 2021-12),患者均签署知情同意书。

### 1.2 纳入和排除标准

纳入标准:①经病理确诊为喉鳞状细胞癌,符合 2021《CSCO 头颈部肿瘤诊疗指南》<sup>[7]</sup> 诊断标准;②临床分期 I ~ III 期;③无其他部位恶性肿瘤或既往 5 年内无恶性肿瘤病史;④经术前评估,肿瘤未明显侵犯杓状软骨、未累及喉软骨架结构的部分  $T_3$  期患者;⑤临床资料完整。排除标准:①合并重要器官功能不全或其他严重全身性疾病;②既往接受过喉部放疗或化疗;③合并声带息肉、喉乳头状瘤等其他喉部疾病;④无法配合随访和术后评估。

### 1.3 方法

所有患者在术前需接受病史采集、体格检查、喉镜检查、影像学检查 (CT 或磁共振成像) 及血液检查,以评估肿瘤的大小、位置、侵犯范围及患者的全身情况。对心肺功能不全的患者行进一步的心肺功能评估。术前通过喉镜在局部麻醉下标记肿瘤边界,确保精确定位肿瘤范围。对于存在声

门下病变的患者,术中配合麻醉医师进行气道管理,制订气管插管或气管切开预案。所有患者采用全身麻醉,使用丙泊酚进行诱导和维持。手术期间通过气管插管确保气道通畅,术中监测生命体征及麻醉深度,声门下病变患者必要时进行临时气管切开术以保障气道管理。

**1.3.1 开放式部分喉切除术** 根据肿瘤的具体位置和侵犯范围,选择合适的切口方式,如颈部正中切口或喉旁切口。切口设计应考虑到后续手术的操作方便性和术后疤痕的美观性。暴露病灶后,使用电刀进行肿瘤切除。切除范围应包括肿瘤及其周围 1~2 cm 的正常组织,以确保切缘阴性。根据肿瘤的侵犯深度,可能需要进行部分甲状软骨切除或气管切开术。术中需保护喉返神经和喉上神经,减少术后声音嘶哑和吞咽困难的发生。肿瘤切除后,根据切除的范围和喉功能的保留情况,术后缝合切口,留置引流管以防止术后血肿或感染。术后重点监测呼吸功能、喉部水肿和出血情况,并给予非甾体抗炎药物镇痛。根据术后喉功能的恢复情况,指导患者进行语音康复训练。术后定期随访,包括喉镜检查 and 影像学检查,评估肿瘤复发情况及喉功能的恢复状况。

**1.3.2 二氧化碳激光手术** 使用显微镜放大病灶区域,精确定位肿瘤边界。通过二氧化碳激光进行病灶的切割,切割深度和范围应在术前影像学 and 喉镜检查的指导下进行,以保证肿瘤的完全切除。根据肿瘤的大小和位置,选择点切、线切或面切。对声带部位的肿瘤,激光切割时应避免过度损伤正常组织,保留正常的声带组织以减少术后喉功能障碍。若肿瘤未明显侵犯杓状软骨,仅累及黏膜层或浅表肌层,术中谨慎进行黏膜及浅层组织的精准切除,保留杓状软骨的完整性和活动功能。切割深度应避免损伤杓状软骨本体及周围重要神经和肌肉组织。若术中发现肿瘤已有明确的杓状软骨浸润或累及,及时中止激光手术,改行开放手术方式以根治性切除。术中应随时监测术野的出血情况,使用激光凝血功能进行止血。完成肿瘤切除后,仔细检查切缘是否存在残留病灶。必要时进行病理学冰冻切片检查,确认切缘阴性状态。根据病情需要,留置喉管以防止术后喉水肿引起的呼吸困难。

## 1.4 观察指标

**1.4.1 生存情况** 随访时间截至 2025 年 3 月,平均( $20.05 \pm 9.36$ )个月,通过随访进行生存分析。

**1.4.2 手术指标** 记录手术时间(从切皮至缝合结束的时间)、术中出血量(通过术中吸引器和纱布计算的出血量),以及术后住院时间(从手术结束到出院的天数)。

**1.4.3 喉功能** 在术前、术后 1 周使用饮食评估量表(eating assessment tool-10, EAT-10)<sup>[8]</sup>评估患者吞咽功能,总分 0~40 分,总分越高表示咽障碍和误吸的风险越高;在术前、术后 1 周采用洼田饮水试验<sup>[9]</sup>评估患者吞咽障碍,观察患者饮用 30 mL 温水所需时间和呛咳情况,对患者的吞咽功能进行评定,评分越高吞咽障碍程度越严重。

**1.4.4 术后疼痛** 在术后即刻、术后 12 h、术后 24 h、术后 48 h 使用视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)<sup>[10]</sup>进行评估,由患者在 0~10 分的标尺上自行标记,0 分表示无痛,10 分表示最剧烈的疼痛。

**1.4.5 术后并发症** 记录术中和术后并发症的种类和发生情况,统计并发症发生率。根据患者主观报告及临床观察记录严重声音嘶哑或术后 1 个月仍未改善持续性声音嘶哑。

## 1.5 统计学方法

数据分析采用 SPSS 26.0 统计软件。计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,比较采用  $t$  检验或重复测量设计的方差分析;计数资料以构成比或率(%)表示,比较用  $\chi^2$  检验;Kaplan-Meier 法绘制生存曲线。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者 3 年累计生存率比较

截止到随访结束,观察组有 2 例患者死亡,术后 3 年累计生存率为 96.67%;对照组有 3 例患者死亡,1 例失访,术后 3 年累计生存率为 93.33%。两组 3 年累计生存率比较,经  $\chi^2$  检验,差异无统计学意义( $\chi^2 = 0.224, P = 0.318$ )。见图 1。

### 2.2 两组患者手术指标比较

观察组与对照组手术时间、术中出血量和术后住院时间比较,经  $t$  检验,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );观察组手术时间、术后住院时间均短于

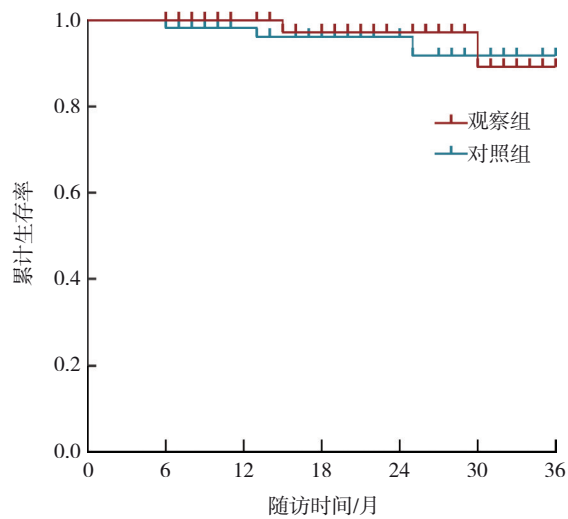


图 1 两组患者生存曲线

对照组 ( $P < 0.05$ ), 术中出血量少于对照组 ( $P < 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组患者手术指标比较 ( $n=60, \bar{x} \pm s$ )

组别	手术时间/min	术中出血量/mL	术后住院时间/d
观察组	$2.86 \pm 0.57$	$187.68 \pm 23.58$	$22.14 \pm 5.08$
对照组	$3.48 \pm 0.63$	$197.75 \pm 29.39$	$24.27 \pm 5.66$
<i>t</i> 值	5.653	2.070	2.169
<i>P</i> 值	0.000	0.041	0.032

### 2.3 两组患者手术前后喉功能比较

术前, 观察组与对照组 EAT-10、洼田饮水试验评分比较, 经  $t$  检验, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。术后 1 周, 观察组与对照组 EAT-10、洼田饮水试验评分比较, 经  $t$  检验, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 观察组均低于对照组。观察组与对照组手术前后 EAT-10、洼田饮水试验评分的差值比较, 经  $t$  检验, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 观察组手术前后 EAT-10、洼田饮水试验评分的差值均小于对照组。见表 2。

表 2 两组患者手术前后喉功能评分比较 ( $n=60$ , 分,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	EAT-10			洼田饮水试验		
	术前	术后 1 周	差值	术前	术后 1 周	差值
观察组	$0.78 \pm 0.37$	$10.24 \pm 2.28$	$9.46 \pm 2.65$	$1.08 \pm 0.28$	$2.92 \pm 0.76$	$1.84 \pm 0.48$
对照组	$0.83 \pm 0.42$	$12.66 \pm 2.61$	$11.83 \pm 2.99$	$1.04 \pm 0.20$	$3.45 \pm 0.60$	$2.41 \pm 0.40$
<i>t</i> 值	0.692	5.409	4.595	0.900	4.240	7.066
<i>P</i> 值	0.490	0.000	0.000	0.370	0.000	0.000

### 2.4 两组患者术后不同时间点 VAS 评分比较

观察组与对照组术后即刻、术后 12 h、术后 24 h、术后 48 h 的 VAS 评分比较, 采用重复测量设计的方差分析, 结果: ①不同时间点 VAS 评分比较, 差异有统计学意义 ( $F=53.033, P=0.000$ ); ②观察组与对照组 VAS 评分比较, 差异有统计学意义 ( $F=10.251, P=0.002$ ), 观察组 VAS 评分较低, 相对镇痛效果较好; ③两组 VAS 评分变化趋势比较, 差异无统计学意义 ( $F=0.428, P=0.650$ )。见表 3。

表 3 两组患者术后不同时间点 VAS 评分比较

( $n=60$ , 分,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	术后即刻	术后 12 h	术后 24 h	术后 48 h
观察组	$3.35 \pm 0.42$	$4.28 \pm 1.02$	$4.88 \pm 1.68$	$3.29 \pm 0.67$
对照组	$3.59 \pm 0.58$	$4.72 \pm 1.15$	$5.02 \pm 1.71$	$3.66 \pm 0.75$

### 2.5 两组患者并发症总发生率比较

观察组与对照组并发症总发生率比较, 经  $\chi^2$  检验, 差异均有统计学意义 ( $\chi^2=4.881, P=0.027$ ); 观察组并发症总发生率低于对照组。见表 4。

表 4 两组患者并发症发生情况 [ $n=60$ , 例(%)]

组别	喉水肿	术后感染	出血	喉狭窄	声音嘶哑	肺炎	总发生率
观察组	5(8.33)	4(6.67)	0(0.00)	1(1.67)	1(1.67)	1(1.67)	12(20.00)
对照组	7(11.67)	6(10.00)	3(5.00)	3(5.00)	2(3.33)	2(3.33)	23(38.33)



### 3 讨论

尽管治疗手段不断进步, 喉功能的保留和术后生活质量的改善仍然是当前治疗喉部肿瘤的主要挑战。传统的开放式部分喉切除术作为喉鳞状细胞癌的经典手术方式, 虽然能够有效切除肿瘤, 但往往伴随着较高的术后并发症发生率和明显的喉功能损伤<sup>[11]</sup>。为了减少术后并发症, 保留患者的喉功能, 研究人员探索了多种微创手术技术, 其中二氧化碳激光手术近年来引起了广泛关注。二氧化碳激光手术具有精确度高、出血少、术后恢复快等优点, 已在早期喉部病变的治疗中显示出良好的效果<sup>[12-14]</sup>。然而, 对于较大或侵袭性更强的喉鳞状细胞癌患者, 二氧化碳激光手术的疗效及其对喉功能的影响尚存在争议。目前已有部分研究报道了二氧化碳激光在喉癌治疗中的应用效果, 但与其传统的开放式部分喉切除术相比, 究竟能否在保证肿瘤切除彻底性的同时, 更好地保留患者的喉功能和生活质量, 仍需进一步研究与验证<sup>[15-16]</sup>。基于此, 本研究采用随机数字表法, 将 120 例喉鳞状细胞癌患者随机分为观察组(二氧化碳激光治疗)与对照组(开放式部分喉切除术治疗), 比较两组在手术指标、喉功能、术后疼痛及并发症等方面的差异, 以期能为喉癌患者提供更为安全、有效的治疗方案, 通过系统比较两种手术方式的优劣, 为临床治疗选择提供依据, 同时为未来喉鳞状细胞癌的个性化治疗研究提供参考。

本研究结果显示, 在手术指标方面, 二氧化碳激光喉切除术相较于开放式部分喉切除术更具优势: 手术时间短、术中出血量少、术后住院时间较短。二氧化碳激光的波长约为  $10.6\ \mu\text{m}$ , 能够被组织中的水分高度吸收, 瞬间将局部组织蒸发, 从而实现精准的切割, 高能量密度使得手术操作更加快捷, 同时由于其在切割的同时能够迅速封闭小血管, 减少了术中出血, 其他国外研究亦有类似报道<sup>[17-19]</sup>。二氧化碳激光热损伤范围相对较小, 减少了对周围正常组织的损伤, 这也是手术创伤小、术中出血少的原因。MUTHURAMALINGAM 等<sup>[20]</sup>认为, 激光具有精确切割和良好的止血效果, 减少了对周围正常组织的损伤, 因而降低了术中出血量和术后并发症的发生。ABDEL-MAGUID 等<sup>[21]</sup>研究结果显示, 手术创伤小的患者术后恢复较快, 住院

时间相应缩短。喉部结构复杂且功能重要, 二氧化碳激光手术通过精准的切割和较小的热损伤, 最大程度地保留了患者喉部的正常组织, 有效减轻术后吞咽困难和声音嘶哑等喉功能障碍<sup>[22-23]</sup>。在喉部手术中, 尽量保留正常的喉部结构对于术后患者的吞咽功能和发声能力至关重要, 二氧化碳激光通过极窄的切割范围和较小的热扩散作用, 能够减少对正常声带和喉部肌肉的损伤, 从而在术后更好地保留患者的喉功能<sup>[24-26]</sup>。相比之下, 开放式手术由于切除范围较大, 对喉部的损伤更为严重, 导致术后吞咽困难和声音嘶哑的发生率较高。在术后疼痛的比较中, 观察组在术后不同时间点的 VAS 评分均低于对照组, 说明二氧化碳激光手术的术后疼痛较轻。由于激光手术创伤较小, 术中对神经末梢的损伤较少, 术后局部炎症和组织水肿程度也随之降低, 从而减少了术后疼痛的强度。反之, 开放式部分喉切除术由于较大的切口和广泛的组织损伤, 导致术后疼痛明显, 这也进一步影响了患者的术后恢复<sup>[25-26]</sup>。观察组的术后并发症发生率显著低于对照组, 表明二氧化碳激光手术具有较高的安全性。黄钧涛等<sup>[27]</sup>的研究提到, 并发症的减少提高了患者的术后生活质量, 也降低了术后护理的难度和医疗成本。这一结果与激光手术的无菌性操作和局部微创特性密切相关, 激光切割时的高温效应能够瞬间消灭细菌, 降低术中污染的风险, 此外激光在切割过程中能够即时凝固血管, 也可降低术后出血和血肿的发生率。且二氧化碳激光的精确性还可避免切除不必要的正常组织, 从而减少喉部水肿的发生。而开放式手术的手术创面较大, 易导致术后炎症反应增强, 加之创面暴露时间长, 术后感染风险较高, 进而增加并发症的发生率<sup>[27-30]</sup>。尽管本研究发现二氧化碳激光手术具备明显的微创优势, 但在临床实践中, 对  $T_3$  期尤其是涉及杓状软骨或软骨架的患者, 激光手术的适用范围较为局限。对于肿瘤侵及杓状软骨的患者, 二氧化碳激光手术的应用面临切除不彻底、术后复发风险增加、喉功能受损明显等问题。本研究纳入患者为临床 I ~ III 期喉鳞状细胞癌患者,  $T_3$  期患者均为肿瘤未明显侵犯杓状软骨, 未累及喉软骨架结构, 声带和喉部结构损伤较轻, 声门型肿瘤多局限于声带, 切除后对

喉部其他结构影响较小,二氧化碳激光手术尤其能精准地保留正常组织,且二氧化碳激光手术通过显微镜精确定位,热损伤小,能减少对神经和声带组织的破坏。开放手术组虽创伤较大,但术中明确要求保护神经,手术团队操作经验丰富,降低了神经损伤概率。本研究不足之处为仅记录了严重声音嘶哑或术后 1 个月仍未改善持续性声音嘶哑情况,未能采用声学分析或最大发声时间,仅依赖主观报告或临床观察,导致漏报轻度嘶哑病例,因而无法充分反映患者声音嘶哑的真实发生率。

综上所述,二氧化碳激光手术在治疗喉鳞状细胞癌中表现出的优势不仅与其微创、高精度和优异的止血效果有关,更深层次的原因在于其能够在保证肿瘤完全切除的前提下,最大限度地保留正常喉部功能,并减少术后并发症的发生。然而其在处理较大或深部肿瘤时的效果仍需进一步研究。本研究的随访时间有限,5 年生存率和复发率仍需通过更长时间的随访进行评估,未来的研究应进一步扩大样本量,并延长随访时间,以全面评估二氧化碳激光手术在喉鳞状细胞癌治疗中的应用价值。

#### 参 考 文 献 :

- [1] 程洪坤,赵瑞力,李琳,等. 线粒体 D-Loop 区单核苷酸多态性与喉癌发病风险关系的研究[J]. 河北医科大学学报, 2023, 44(1): 95-99.
- [2] MACNEIL S D. Non-squamous laryngeal cancer[J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2023, 56(2): 345-359.
- [3] 张寒,张胜利,祖媛媛. 声门上型喉癌手术患者预后的预测模型构建[J]. 国际医药卫生导报, 2024, 30(11): 1796-1801.
- [4] LEBLANC A, THOMAS T V, BOUGANIM N. Chemoradiation for locoregionally advanced laryngeal cancer[J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2023, 56(2): 285-293.
- [5] FILIPPINI M, PORCARI I, RUFFOLO A F, et al. CO<sub>2</sub>-laser therapy and genitourinary syndrome of menopause: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Sex Med*, 2022, 19(3): 452-470.
- [6] LIN L Y, LIAO G Y, CHEN J G, et al. A systematic review and meta-analysis on the effects of the ultra-pulse CO<sub>2</sub> fractional laser in the treatment of depressed acne scars[J]. *Ann Palliat Med*, 2022, 11(2): 743-755.
- [7] 潘锋. 免疫疗法开启复发转移头颈肿瘤治疗新时代——2021《CSCO 头颈部肿瘤诊疗指南》发布[J]. 中国医药导报, 2021, 18(15): 1-3.
- [8] MÖLLER R, SAFA S, ÖSTBERG P. A prospective study for evaluation of structural and clinical validity of the eating assessment tool[J]. *BMC Geriatr*, 2020, 20(1): 269.
- [9] HINCHCLIFFE J K, MENDL M, ROBINSON E S J. Investigating hormone-induced changes in affective state using the affective bias test in male and female rats[J]. *Psychoneuroendocrinology*, 2020, 115: 104647.
- [10] BEGUM M R, HOSSAIN M A. Validity and reliability of visual analogue scale (VAS) for pain measurement[J]. *J Med Case Rep Rev*, 2019, 2(11): 394-402.
- [11] 王挺,张杨,郭洁,等. 长链非编码 RNA IGF2BP2-AS1 通过调控 miR-375 表达对喉癌细胞迁移及增殖的影响[J]. 国际医药卫生导报, 2024, 30(6): 968-973.
- [12] CAMPO F, MAZZOLA F, BIANCHI G, et al. Partial laryngectomy for naïve pT3N0 laryngeal cancer: systematic review on oncological outcomes[J]. *Head Neck*, 2023, 45(1): 243-250.
- [13] 黄海平,李佳宸. PCNA、BCL-2 及 EGFR 在喉癌组织中的表达及与临床病理特征、生存的关系[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(2): 76-82.
- [14] KECHAGIAS J D, NINIKAS K, PETOUSIS M, et al. An investigation of surface quality characteristics of 3D printed PLA plates cut by CO<sub>2</sub> laser using experimental design[J]. *Mater Manuf Processes*, 2021, 36(13): 1544-1553.
- [15] SHAPIRA U, WARSHAVSKY A, MUHANNA N, et al. Laryngectomy-free survival after salvage partial laryngectomy: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2022, 279(6): 3021-3027.
- [16] SUCCO G, BERTOLIN A, SANTOS I C, et al. Partial laryngectomy for pT4a laryngeal cancer: outcomes and limits in selected cases[J]. *Cancers (Basel)*, 2023, 15(10): 2861.
- [17] HANS S, BAUDOUIN R, CIRCIU M P, et al. Open partial laryngectomies: history of laryngeal cancer surgery[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(18): 5352.
- [18] MADIĆ M, MLADENOVIĆ S, GOSTIMIROVIĆ M, et al. Laser cutting optimization model with constraints: maximization of material removal rate in CO<sub>2</sub> laser cutting of mild steel[J]. *Proc Inst Mech Eng Part B J Eng Manuf*, 2020, 234(10): 1323-1332.
- [19] MÜHLBERGER K, HARVEY C M, FOKINE M. Temperature dynamics in silicon core fibers during CO<sub>2</sub> laser processing[J]. *Opt Express*, 2022, 30(1): 92-100.
- [20] MUTHURAMALINGAM T, AKASH R, KRISHNAN S, et al. Surface quality measures analysis and optimization on machining titanium alloy using CO<sub>2</sub> based laser beam drilling process[J]. *J Manuf Process*, 2021, 62: 1-6.
- [21] ABDEL-MAGUID E M, AWAD S M, HASSAN Y S, et al. Efficacy of stem cell-conditioned medium vs. platelet-rich plasma as an adjuvant to ablative fractional CO<sub>2</sub> laser resurfacing for atrophic post-acne scars: a split-face clinical trial[J]. *J Dermatolog Treat*, 2021, 32(2): 242-249.
- [22] KARKOS P D, KOSKINAS I, STAVRAKAS M, et al. Diode laser for laryngeal cancer: "980 nm" and beyond the classic CO<sub>2</sub>[J]. *Ear Nose Throat J*, 2021, 100(1\_suppl): 19S-23S.

- [23] 王军旗, 芦二永, 崔哲卿. 二氧化碳激光联合等离子射频消融术对早期喉癌的治疗效果[J]. 癌症进展, 2021, 19(9): 927-930.
- [24] VERRO B, GRECO G, CHIANETTA E, et al. Management of early glottic cancer treated by CO<sub>2</sub> laser according to surgical-margin status: a systematic review of the literature[J]. Int Arch Otorhinolaryngol, 2021, 25(2): e301-e308.
- [25] ZHENG S, ZHAN Y, BAO F, et al. CO<sub>2</sub> laser surgery for laryngeal cancer: a meta-analysis and systematic review[J]. Int J Radiat Res, 2024, 22(1): 1-7.
- [26] 孙强. 低温等离子与 CO<sub>2</sub> 激光治疗早期声门型喉癌效果对比的 Meta 分析[D]. 遵义: 遵义医科大学, 2020.
- [27] 黄钧涛, 成立新, 吴淋蓉, 等. 低温等离子射频消融术和二氧化碳激光治疗早期声门型喉癌效果比较的 Meta 分析[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2021, 28(11): 864-870.
- [28] PIAZZA C, PADERNO A, SJOGREN E V, et al. Salvage carbon dioxide transoral laser microsurgery for laryngeal cancer after (chemo)radiotherapy: a European Laryngological Society consensus statement[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2021, 278(11): 4373-4381.
- [29] 卿丽芝, 韦文和, 谢展飞. 早期声门型喉癌 CO<sub>2</sub> 激光联合 PRA 治疗的疗效及对患者血清 VEGF、NO、TNF- $\alpha$ 、 $\alpha$ 1-AG 和 CER 水平的影响[J]. 海南医学, 2022, 33(20): 2653-2656.
- [30] LAHAV Y, COHEN O, SHAPIRA-GALITZ Y, et al. CO<sub>2</sub> laser cordectomy versus KTP laser tumor ablation for early glottic cancer: a randomized controlled trial[J]. Lasers Surg Med, 2020, 52(7): 612-620.

(张西倩 编辑)

**本文引用格式:** 王田, 王璟媛. 二氧化碳激光与开放式部分喉切除术在喉鳞状细胞癌患者中的应用效果研究[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(17): 1-7.

**Cite this article as:** WANG T, WANG J Y. Comparative study of carbon dioxide laser versus open partial laryngectomy in patients with laryngeal squamous cell carcinoma[J]. China Journal of Modern Medicine, 2025, 35(17): 1-7.