

## 经口激光显微手术（TLM）治疗上气道消化道肿瘤及其他病变

Johan Fagan, Wolfgang Steiner

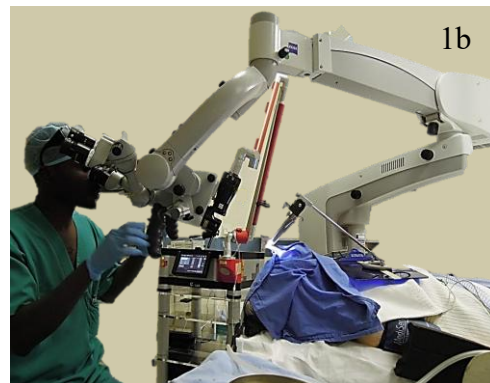
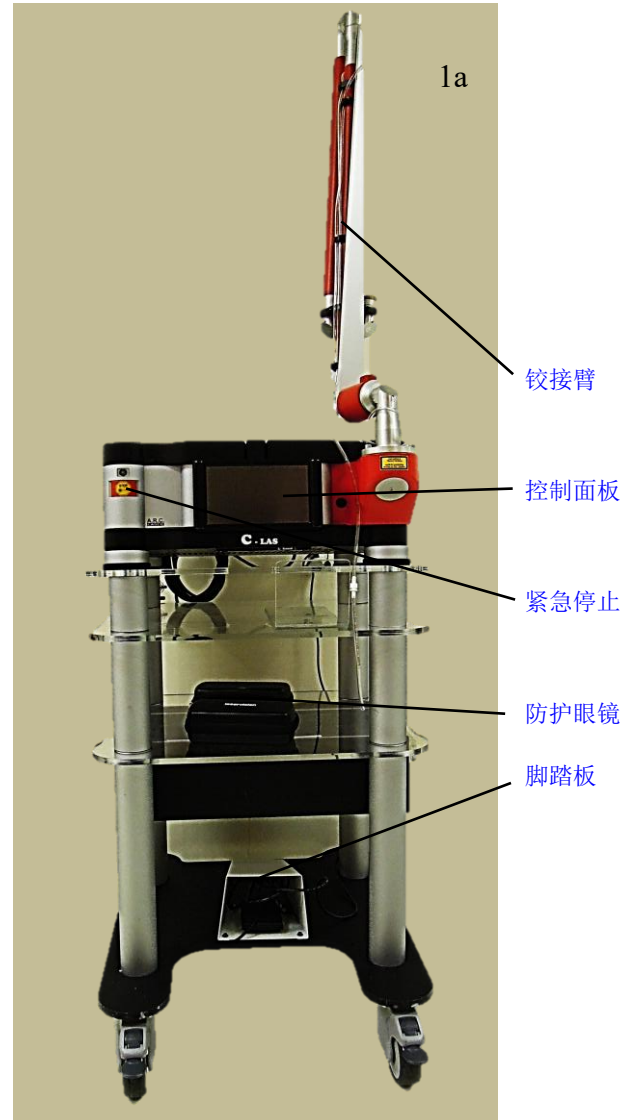
CO<sub>2</sub>激光用于切除或汽化上呼吸道的良恶性病变。本章重点介绍经口 CO<sub>2</sub>激光手术技术——通过连接手术显微镜的显微操纵器进行操作。该技术的优势在于：具备显微外科精度、优异的术中视野清晰度及干净术野；其在吞咽与言语功能方面的预后效果优于传统开放手术。

外科医生在尝试临床应用前，必须熟练掌握激光设备的操作原理、参数设定、激光传导系统及其组织效应特点。

### CO<sub>2</sub>激光设备（图 1）

手术激光通过聚焦辐射能与组织接触点将辐射能转化为热能。激光束在含气体放电管内产生，具备平行性（相干性）、单波长性（单色性），可经镜面反射操控，并通过透镜聚焦。由于 CO<sub>2</sub> 激光波长超出可见光谱，而不可见，设备会生成红色二极管激光瞄准束——该引导光与显微镜工作距离同步聚焦，为术者指示激光作用位点。激光束经由弹簧支撑式关节臂传导至激光发射器，关节臂各转轴处均装有反射镜，故操作时需极其谨慎以防镜片偏移。最终通过脚踏开关触发激光发射。

图 1a、b：CO<sub>2</sub>激光设备（湿巾覆盖患者以防火）



## 激光发射器

激光束自关节臂末端输出后，可通过三种方式抵达靶组织：

1. 手持发射器（图 2）
2. 激光支气管镜（图 3）
3. 手术显微镜耦合显微操纵器（图 4）

手持发射器（图 2）：该设备主要用于切除或汽化皮肤、口腔及口咽部病变。其侧壁设有负压吸引接口，可连接吸引管路同步清除术中烟雾与激光气溶胶。末端配置的工作距定位管确保激光焦点始终处于最佳组织作用距离。



图 2：激光手持式器械



图 3：激光支气管镜



图 4：连接手术显微镜的微操作器

显微操纵器（图 4、5）：该装置在术者视野光路中集成反射镜，通过显微操纵杆精确导向激光束。采用粗/微双级调焦系统控制激光聚焦状态与光斑直径

（可调范围 0.3-2.0mm），实现病灶的亚毫米级精准消融。



图 5：微操作器示意图（红色虚线表示激光束路径）

## CO<sub>2</sub>激光参数设置

激光参数的设置需综合考量以下因素：

- 1 组织类型（软骨/肌肉/黏膜）
- 2 预期切割深度
- 3 止血需求
- 4 避免组织过热原则

术者通过调节以下参数优化 CO<sub>2</sub>激光效应：

- 功率密度 (PD)
  - 瓦特
  - 最佳焦距下的激光光斑尺寸
- 总占空比

图 6 展示标准激光设备控制面板。术者可调节参数（从左至右）包括：

连续/脉冲模式切换，脉冲宽度（毫秒级可调），脉冲间隔时间，瞄准光束亮度，输出功率（瓦特，W），激光待机/就绪状态。注：光斑尺寸通过显微操纵器的调焦旋钮独立控制

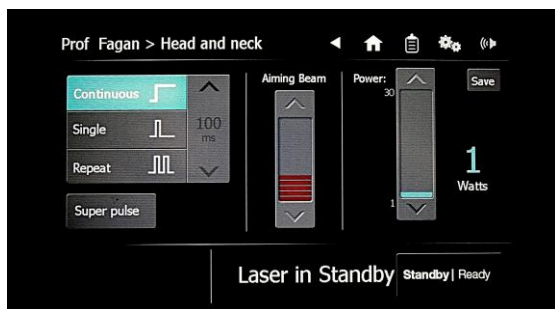


图 6：激光控制面板示例

## 激光功率密度 (PD)

激光功率密度 (PD) 是一个关键的手术参数。它受到与组织距离、光束直径（激光斑点大小）以及功率数（焦耳/秒）的影响；所有这些参数都可以由外科医生控制。

需要记住的关键公式是：

- 功率密度 (PD) = 瓦特 (W) / 平方厘米
- 功率 (W) = 焦耳/秒

通过控制功率密度 (PD)，手术医生可以充分发挥二氧化碳激光手术的特点（见表 1）。

功率密度	对组织的影响
0-500	加热
500-1500	收缩，变性
1500-5000	汽化，部分汽化
5000-20000	切割，完全汽化
20000-100000	快速深度切割

表 1：功率密度 (PD) 与组织效应之间的关系<sup>1</sup>

为了实现完全汽化，外科医生应在组织表面达到 4500 的功率密度 (PD)。表 2 展示了功率和激光斑点大小对功率密度 (PD) 的重要性。

	光斑尺寸			
	0, 2mm	0, 4mm	0, 8mm	1, 4mm
5 瓦	16000	4000	1000	300
10 瓦	32000	8000	2000	600
15 瓦	48000	12000	3000	900
20 瓦	64000	16000	4000	1200

表 2：根据光斑尺寸和瓦特数的功率密度<sup>1</sup>

## 功率 (瓦特)

这是外科医生每次使用激光设备时选择的参数，并且可以根据不同类型的手术进行预编程。建议用于头颈部手术的激光设备功率设置最高可达 40 瓦特。

## 激光斑点

激光斑点越小，激光有效切割的焦深范围就越窄，激光的聚焦精度要求也就越高。0.5-0.8 毫米的斑点大小在焦深和切割能力之间提供了一个较为舒适的平衡。

为了凝固出血的血管，功率密度 (PD) 必须调整到一个水平，即组织不再被汽化，而只是被加热，血管被凝固（见表 1）；表 2 说明了通过散焦激光光束增加斑点大小可以降低功率密度 (PD)。

## 总占空比

总占空比是激光能量与目标组织相互作用的总时间。

可以通过以下几种方式来调节（见图 6）：

- 连续波 (CW)：在脚踏板被踩下时，持续发射激光能量
- 脉冲设置：能量以离散脉冲的形式发射；脉冲的长度、频率以及脉冲之间的时间间隔可以由外科医生选择。
  - 单脉冲：每次踩下脚踏板时发射一次能量脉冲。
  - 重复脉冲：在脚踏板被踩下时，重复发射能量脉冲。
  - 超脉冲 (SP)：在脚踏板被踩下时，每秒发射数千个非常高峰值功率的激光脉冲。脉冲的峰值功

率可能达到几百瓦，但激光设备上显示的功率数反映的是随时间传递的平均功率。脉冲之间间隔足够长，以便在脉冲之间发生有效的组织冷却；这减少了对周围组织的热损伤，并最小化了焦化。如果需要更多的凝固效果，可以从超脉冲（SP）切换到连续波（CW）。

激光与组织的相互作用

二氧化碳激光几乎完全被细胞内水分吸收，导致水分和细胞汽化。由于产生的热量中有 99%会随着释放的水蒸气散失，因此周围组织损伤和坏死被限制在小于 0.01 毫米的范围内。这使得手术能够保留喉部功能，减少术后肿胀和疼痛，并且病理学家能够准确解读切除组织的边缘情况。

安全与激光引发的火灾（表 3）

激光火灾是经口激光显微手术中极为罕见但可能致命的并发症。必须特别小心以避免这种灾难的发生（见表 3）。二氧化碳激光是不可见的，它会在光滑表面上反射，可能会对患者和医护人员造成光热损伤，还可能通过点燃易燃材料（如手术巾、塑料、氧气和易燃清洁剂）引发火灾。如果激光束点燃了气管插管（仅当吸入氧浓度 [FiO<sub>2</sub>] 过高时），或者在高功率切割碳化组织（如切割软骨时）时发生“燃烧”现象，也可能引发火灾。

安全预防措施（外科）
<ul style="list-style-type: none"><li>在手术室外张贴激光警示标志 在手术室外明显位置张贴激光警示标志，提醒进入手术室的人员注意激光设备的存在和潜在危险。</li><li>激光开启或待机时关闭门窗 在激光处于“开启”或“待机”模式时，确保手术室的窗户被遮盖，门被安全关闭，以防止激光束意外泄漏到外部环境。</li><li>使用针对二氧化碳激光的眼部保护装置 所有人员和患者必须佩戴专门针对二氧化碳激光的眼部保护装置。这种保护装置也应在手术室入口处提供。普通处方眼镜足以防护二氧化碳激光，但建议使用带有侧护翼的眼镜以增强保护效果。</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>保护患者的眼睛 使用胶带将患者的眼睛闭合，并在其眼部覆盖湿润的垫子，以防止激光对眼睛造成伤害。</li><li>避免使用酒精或易燃清洁剂 在手术室内不要使用酒精或其他易燃清洁剂进行术前准备。</li><li>使用阻燃材料和手术巾 使用阻燃材料和手术巾，以降低火灾风险。</li><li>准备灭火用水或生理盐水 在手术室内随时准备一个装有水或生理盐水的开放容器，以便在发生激光火灾时立即灭火。</li><li>在激光路径旁放置湿润的棉球或海绵 在激光束路径附近放置湿润的棉球或海绵，以保护周围组织和结构免受激光热损伤。</li><li>防止“喷灯效应” 通过用湿布或神经棉垫仔细保护气管插管，尽量减少“喷灯效应”的可能性。这种效应可能在高浓度氧气（FiO<sub>2</sub>）环境下，激光点燃气管插管时发生。</li><li>限制激光设备的使用权限 激光设备的锁匙应仅由经过激光使用培训的人员保管，不应存放在激光设备上或附近，而应存放在安全位置。部分激光设备配备电子密码键盘。</li><li>非使用时保持激光关闭或待机 除非正在使用激光，否则应将其保持在关闭或“待机”模式。</li><li>避免使用光滑表面的器械 手术器械应采用刷毛、珠粒或喷砂表面，以防止激光束反射。</li><li>提前通知麻醉师降低吸入氧浓度 在激活激光之前，外科医生应提前通知麻醉师降低吸入氧浓度（FiO<sub>2</sub>），以减少火灾风险。</li></ul>
安全预防措施（麻醉）
<ul style="list-style-type: none"><li>可以使用标为“非易燃”的气管插管（但所有气管插管在一定条件下都可能燃烧）。</li><li>用含有亚甲蓝的生理盐水填充气管插管的气囊（高级作者（WS）更倾向于使用空气而不是生理盐水）。</li><li>将吸入氧浓度（FiO<sub>2</sub>）维持在临床可行的最低水平（&lt;30% FiO<sub>2</sub>）。</li><li>在激活激光之前，等待几分钟，让气道内的氧浓度降低。</li><li>尽量避免使用氧化亚氮（笑气）。</li></ul>
激光引起气道爆燃
<ul style="list-style-type: none"><li>按下紧急开关关闭激光。</li><li>关闭所有麻醉气体。</li><li>清除气道内的棉球和易燃材料。</li><li>如果已经插管，立即拔除气管插管。</li><li>向气道内灌注生理盐水。</li></ul>
火灾扑灭后
<ul style="list-style-type: none"><li>重新建立通气</li><li>使用空气/氧气，维持最低的吸入氧浓度（FiO<sub>2</sub>）以确保氧合</li><li>尽量避免使用 100%纯氧</li><li>检查气管插管，查看是否有碎片留在气道内</li><li>考虑进行支气管镜检查</li></ul>

表 3：激光安全预防措施及激光火灾的管理



由于二氧化碳激光会被水吸收并“中和”，因此会使用湿润的棉球和纱布垫，气管插管的气囊也可以用生理盐水填充。为了降低气道火灾的风险，至关重要的是麻醉师必须将吸入氧浓度（FiO<sub>2</sub>）保持在最低水平（约 30%），以避免如果气道内的氧气被点燃时产生“喷灯效应”。建议随时准备一个装有水或生理盐水的开放容器，以便扑灭激光火灾。

## 二氧化碳激光手术的麻醉

主要的麻醉挑战是如何选择合适的气管插管，以便外科医生能够在喉部和咽部的狭小空间内进行手术操作，并消除激光火灾的风险（见表 3）。

**气体管理：**如果可能，尽量避免使用氧化亚氮（笑气），并将吸入氧浓度（FiO<sub>2</sub>）维持在临床可行的最低水平。这需要通过脉搏血氧仪持续监测患者的氧合情况。外科医生在激活激光之前必须通知麻醉师，并给予麻醉师足够的时间将输送的氧浓度降低到最低水平，停止使用氧化亚氮，然后等待几分钟，让气道内的氧浓度降至安全水平。

**气道管理：**气道可以通过以下几种方式维持：

- 气管插管（鼻插管或口插管）• 间歇性喷射通气；激光操作在呼吸暂停期间进行
- 间歇性拔管，激光操作在呼吸暂停期间进行（第二作者更倾向于这种方法，而不是喷射通气）
- 开放气道
  - 通过喉镜的吸引口给予麻醉气体，患者自主呼吸
  - 静脉麻醉
- 气管切开术（很少使用）

外科医生与麻醉师讨论为特定患者维持气道的最佳方法是很重要的，例如，鼻气管插管可能最适合舌根部癌症的手术，

但对于喉部肿瘤则存在问题，因为它固定了气管插管的位置。

**气管插管：**所有气管插管都是可燃的，因此没有一种插管是“安全”的。问题不在于插管的类型，而是在管内氧浓度过高时插管被激光击穿。作者们使用普通的 PVC 插管，但会特别小心地用湿布条（例如从手术巾上剪下）或神经棉垫来保护它们（见图 7）。



图 7：用湿布条保护的气管插管

“激光插管”的缺点是它们的管壁较厚且价格昂贵。内径为 5 毫米的 PVC 插管更具柔韧性，价格更低廉，如果 FiO<sub>2</sub>（吸入氧浓度）低于 30%，则不会增加火灾风险。可以用含有亚甲蓝的生理盐水填充插管的气囊，作为气囊被穿孔的标记，并在气囊被激光穿孔时用生理盐水淹没气道以防止火灾。然而，第二作者（W.S.）更倾向于用空气填充气囊，因为这样在紧急情况下可以更快地拔除插管，并且可以避免液体在充满液体的气囊被穿孔时流入支气管。

## 手术设备

为了防止激光束反射，使用了表面带有磨砂的器械（见图 8）。同时配备集成的吸烟通道以清除烟雾。对于 TLM（激光显微外科手术），充分暴露肿瘤是至关重要的；因此，必须备有多种喉镜和咽镜（见图 8）。

- **扩张喉咽镜：**用于接触下咽部和声门上喉部的病变（见图 8a、9）。
- **扩张口咽镜：**用于接触舌根、会厌谷和舌会厌部的病变；注意其两侧的翼片，可将气管插管和软组织移出手术视野（见图 8b、10）。



图 8：喉咽镜（a）、口咽镜（b）、喉镜（c、d）、照明装置（e）、喉镜支架（f）、抓取器（g）、绝缘吸引器（h）、微型镊子（i）、凝固镊（j）、电凝导线（k）以及左右两侧的夹子应用器（l）（卡尔·史托斯公司）。



图 9：扩张喉咽镜



图 10：扩张口咽镜

- **大喉镜：**用于喉内、上气道和下咽部的病变（见图 8c、11）。
- **小喉镜：**喉镜较小且较长；用于难以暴露的部位，如前联合、声门下和上段气管（见图 8d、11）。
- **照明装置：**（见图 8e）
- **喉镜支架：**（见图 8f）
- **息肉钳：**不同尺寸（见图 8g）



图 11：大喉镜与小喉镜

- **绝缘吸引管：**用于单极电凝（见图 8h）微型息肉钳（用于小声带病变）（见图 8i）
- **凝固镊：**（见图 8j）
- **电凝导线：**（见图 8k）
- **夹子应用器（左、右）：**（见图 8l）
- **Weerda 憩室镜：**用于 Zenker 憩室以及向下咽癌延伸至食管上段的病变（见图 12）

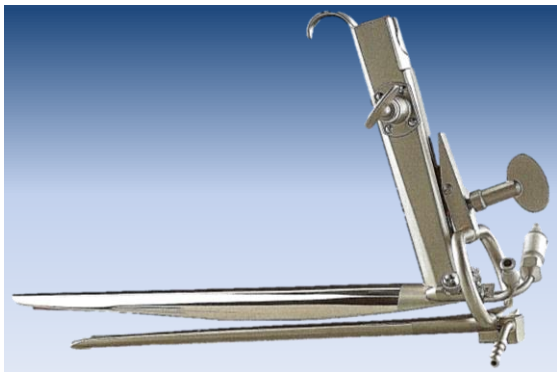


图 12：Weerda 憩室镜

- **可调节支撑板（用于喉镜支架）：**避免对患者胸部施加压力；如果需要，支撑板可以移出中线以调整喉镜的角度（见图 13）。

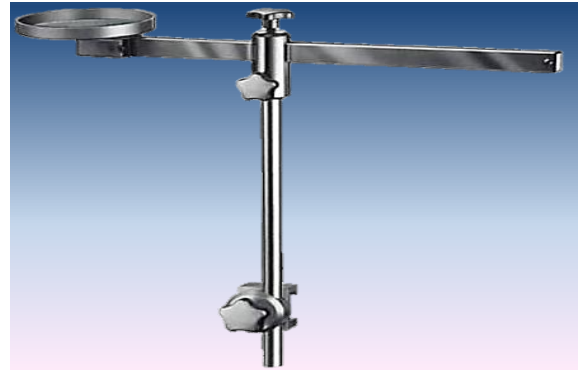


图 13：喉镜支架的可调节支撑板

### 手术室布置（见图 14）



图 14：典型的手术室布置

典型的手术室布置，是将麻醉机放置在患者脚部的位置，这需要延长麻醉管路和静脉输液管。显微镜上连接了摄像头，以便助手和护士可以通过监视器观察手术过程。需要两套吸引系统，一套连接到喉镜以清除手术视野中的烟雾，另一套连接到手持吸引管。除了声带癌（T1）的手术外，其他激光手术还需要配备单极电凝设备。

### 手术部位的准备

- 伤口清洁和涂抹的溶液应为水性或不可燃。
- 确保手术准备液不会在患者身上或周围积聚成水洼。



- 使用防火或不可燃的手术铺巾和手术衣材料，或者将其用水浸湿。
- 用浸湿的毛巾、海绵或棉球围绕手术视野，以减少患者面部发生火灾或烧伤的可能性。

## 手术暴露

手术暴露是 TLM（激光显微外科手术）的关键要素。如果暴露不足，有时可能无法继续进行 TLM 手术。

- 将患者置于仰卧位，颈部伸展。
- 检查头部是否平躺在手术床上，而不是悬空。
- 检查是否有松动或突出的牙齿。
- 插入牙龈保护器。
- 进行全咽喉镜检查（panendoscopy），以排除同步恶性肿瘤。
- 插入喉镜/喉咽镜/口咽镜，暴露肿瘤。
- 在手术过程中，可能需要使用几种不同的镜来最佳地观察肿瘤。
- 使用喉镜支架悬挂镜。
- 助手可能需要按压喉部，或者将绑带固定在手术台的颈部，以将喉部向后推移。
- 很少情况下需要通过外部途径进行暴露。可以通过经舌骨上入路将喉镜插入会厌谷（见图 15）；或者通过部分喉裂开术，仅切开甲状软骨的上半部分，以不破坏前联合（见图 16）。



图 15：经舌骨上入路至会厌谷

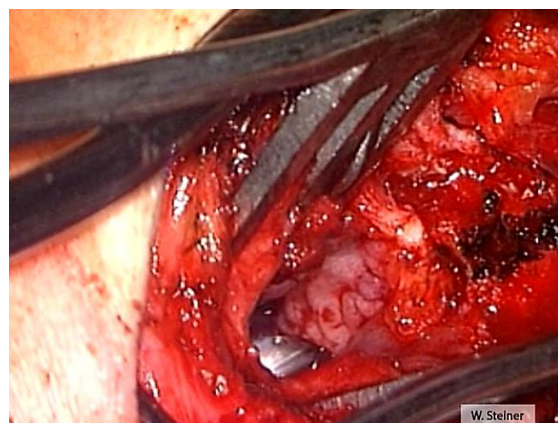


图 16：通过部分喉裂开术观察声门癌

## CO<sub>2</sub> 激光手术的原则

二氧化碳激光可用于切割、切除或汽化（消融）组织。初学者应从较简单的病例开始操作，例如会厌前联合、声门上区或梨状窝内侧壁的小肿瘤。二氧化碳激光手术的重要原则包括：

- 1. 正确的激光设置：**选择光斑大小、焦点、功率以及超脉冲/脉冲/连续模式等对于实现期望的效果至关重要，且在手术过程中可能需要根据不同的组织或为了实现凝固、切割或汽化效果等进行调整。
- 2. 张力：**必须持续对组织施加牵引力，以暴露解剖平面，保持良好的暴露并便于解剖。
- 3. 手速：**外科医生应保持相对缓慢且平稳的手速。
- 4. 止血：**
  - 激光不会切割血液，因此需通过吸引器、吸引电凝、凝固镊或夹子保持手术视野干燥。
  - 对于大血管，应使用夹子而不是吸引电凝，以避免术后出血。
- 5. 焦痂：**通过使用超脉冲模式减少热量产生，从而降低焦痂的形成。用湿棉球擦拭手术视野中的碳化物，以增强对目标组织的汽化效果。



6. **减少周围组织损伤：**使用（超）脉冲模式而不是连续波模式，可以避免组织过度受热。

7. **避免组织脱水：**使用生理盐水或水湿润将要进行激光治疗的组织，因为二氧化碳激光与水合良好的组织相互作用效果更好。

8. **测试瞄准光束与激光光束的对齐：**这非常重要，尤其是在耳科手术中使用二氧化碳激光时，因为误差范围更为严格；可以将激光对准一个湿润的木制压舌板来检查对齐情况。

9. **避免激光光束的过度偏移：**避免激光光束过度偏移，因为这可能会烧伤组织或引发激光火灾。注意激光光束可能从器械和镜片上反射，并确保后挡板（例如神经敷料）正确放置以保护气管插管。

10. **切除结构以改善暴露：**切除舌骨上会厌可以改善对会厌前间隙和会厌喉面肿瘤的暴露。虽然切除假声带可以改善对喉室的暴露，便于切除和术后随访，但改善暴露的好处必须与可能的功能障碍相权衡，因为保留的假声带可以在喉切除术后用于产生良好的声音。在大多数情况下，从侧方引入的小喉镜可以充分暴露喉室；只有当肿瘤扩散至软骨（T3）时，才可能需要牺牲假声带来改善暴露。

11. **减容：**这是 TLM（激光显微外科手术）的关键技术，可以让外科医生在组织内创造出空间，以便移动组织并施加牵引力，或者通过内镜切除体积较大的肿瘤（见图 17）。减容后的组织被丢弃，只有沿肿瘤边缘的深层组织被送去做病理检查，以确定切除是否充分。



图 17：在进行肿瘤学切除之前必须先进行减容的肿瘤示例

12. **水分离技术：**水可以作为激光束穿透的屏障。通过将生理盐水注入 Reinke 间隙或神经和血管周围的组织平面，可以更方便地在 Reinke 间隙平面或神经和血管周围进行解剖。通过注入含有肾上腺素的溶液可以促进止血。

13. **肿瘤与正常组织的界面（见图 18）：**外科医生在横断肿瘤时，通过检查组织的柔韧性（肿瘤较硬）和组织的颜色（肿瘤在被激光切割时会焦化并呈现棕色/黑色）来区分肿瘤与正常组织。



图 18：注意暗棕色横断的肿瘤与声门旁间隙苍白正常组织之间有清晰的分界

14. **面包切片法（见图 19）：**为了确保肿瘤学深部切缘足够充分，同

时避免因切除过多组织而影响声音质量，外科医生需要在高倍放大下精确确定肿瘤深度，并沿着肿瘤的深部进行切除。这是通过连续切片（面包切片法）肿瘤来实现的。这种方法适用于所有肿瘤，除了非常表浅的（Tis 或 T1）肿瘤，这些肿瘤只需在 Reinke 间隙内从声带韧带上剥离即可。

15. **定位标本：**在从患者体内取出标本时，特别注意不要丢失标本的方向。将标本固定在小块软木地砖上，然后放入甲醛中，以便病理学家能够对准标本（见图 20）。

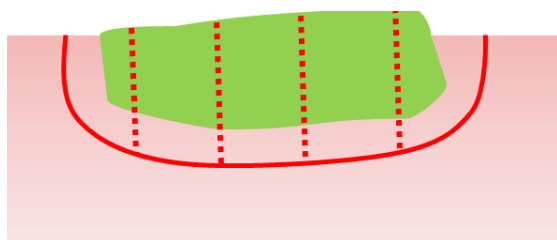


图 19：通过“面包切片法”评估肿瘤深度并指导切除深度



图 20：标本被固定在软木地砖的切片上，以便病理学家能够对准标本

16. **肿瘤图形学：**在病理学表格和患者的病历中附上一份详细绘图，标明所有切除标本的精确位置。

## 什么是安全边界？

这是一个存在争议的话题，可能会让外科医生非常焦虑，是否需要让患者再次返回手术室进行额外的切除，是否只需建议密切随访，或者是否需要推荐辅助放疗。在做出此类决定时需要考虑的因素包括肿瘤的位置、大小、功能（声音和吞咽）、患者的身体状况、初次切除的范围（例如是否涉及软骨或颈动脉）、无法确切知道阳性或接近边缘的具体位

表 3：欧洲喉科学会内镜声带切除术分类（2022 年）  
置，以及定期随访的可靠性。对于较大的切除（例如舌根和下咽部），冷冻切片可能很有用；而对于较小的切除（例如 T1 声带癌），病理学家通常不愿意进行冷冻切片，因为它很难明确判断切除边缘是否足够。外科医生通过显微镜观察到的切除是否足够的印象也很重要；即使病理报告显示肿瘤“位于边缘”，他/她可能会选择采取观望的态度，因为知道在激光切除过程中，切口附近的细胞已经被变性并杀死。这种观望态度尤其适用于可以仔细监测并及时再次手术的小型声带中段癌，而不会对预后产生不利影响。

## 声门癌

对于激光外科医生来说，挑战在于在肿瘤学上足够的切除和保留声音质量之间找到正确的平衡。新接触激光手术的医生最初应选择较小的肿瘤，并在对喉部的内窥镜“由内而外”的手术解剖结构有了良好的理解，并熟练掌握激光手术技术之后，再逐步处理较大的肿瘤。我们不建议在手术后进行声音休息，除非是声带膜部的表浅缺损。

## 激光声带切除术的分类

欧洲喉科学会于 2000 年提出了一个有用的内镜声带切除术分类<sup>2</sup>，并于 2022 年进行了更新（见表 3、图 21）。

分类	类型	切除组织
表皮下切除	I	上皮
声韧带下切除	II	上皮、Reinke 间隙、声带韧带
部分肌肉切除	III	穿过声带肌
完全切除	IV	完整切除整个声带
扩展切除	Va	对侧声带、前联合
	Vb	杓状软骨
	Vc	室带
	Vd	声门下区

- I. 表皮下
- II. 声韧带下
- III. 部分肌肉
- IV. 完全切除
- V. 扩大切除

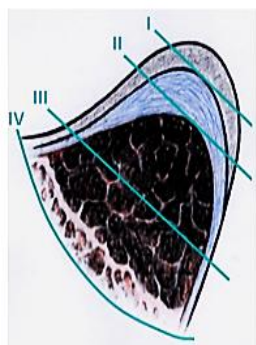


图 21：欧洲喉科学会内镜声带切除术分类（2022 年）

可以预期，在进行 I 型或表皮下切除 T1s 和 T1 膜性声带癌的手术后，患者将获得极佳的说话声音（见图 22、23）。

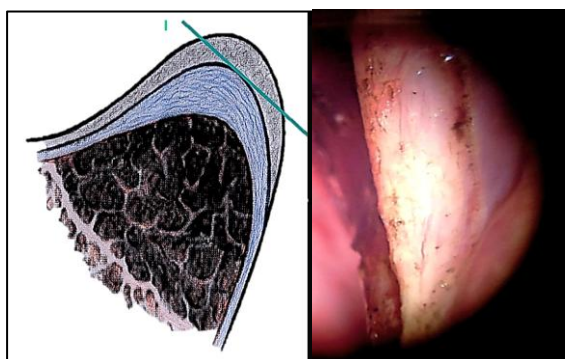


图 22：I 型声带切除术；注意声带韧带保持完整

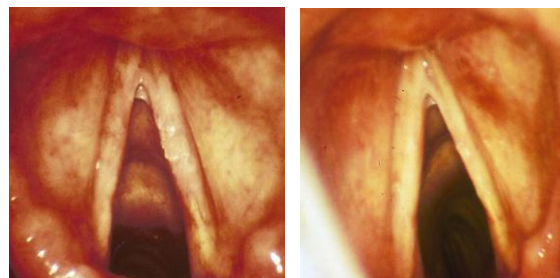


图 23：I 型声带切除术：术前与术后

图 24 和图 25 展示了需要进行 II 型声带切除术的 T1 声门癌，以及随后由于瘢痕带形成导致的“新声带”形成；这类患者可以预期会有一个良好的声音质量，尽管可能无法完全恢复正常。

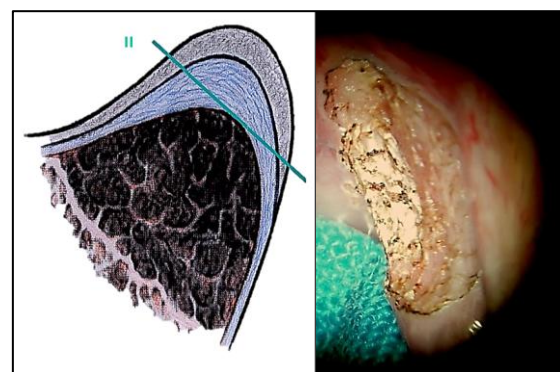


图 24：II 型声带切除术

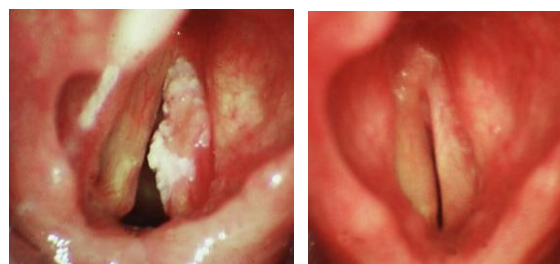


图 25：T1 声门癌需要进行 II 型声带切除术；最终结果

图 26 展示了用于 T2 声门癌的穿透肌肉（III 型）声带切除术。随后，该缺损会被瘢痕带填充，从而获得一个非常理想的说话声音。



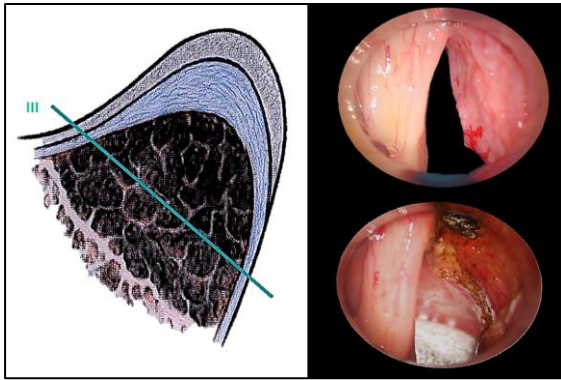


图 26: III 型声带切除术

在 IV 型声带切除术中，切除范围会延伸至甲状软骨，导致半喉的组织切除，声音预后也不太可预测（见图 27）。

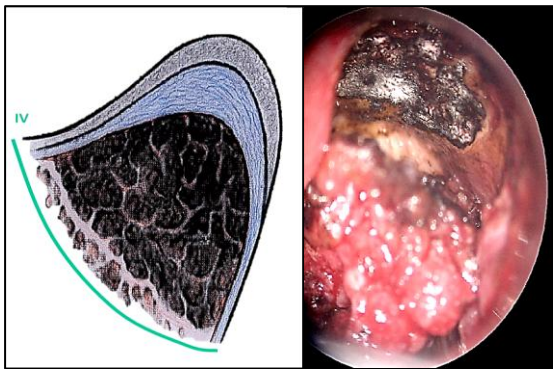


图 27: IV 型声带切除术

这适用于接受声门旁间隙完全切除以治疗 T3 声门癌的患者。这类患者可能需要通过假声带发声，并且可能会产生良好的声音；因此，如果可能的话，保留假声带是有价值的。

### 膜性声带的表浅病变

目标是进行 I 型切除，并恢复正常的说话声音。切除边缘小于 1 毫米是可以接受的，因为通过密切随访，复发的病变可以在不影响肿瘤学结果的情况下再次切除。将激光设置为最小光斑大小、低功率（1.5-3 瓦）和连续波超脉冲模式；这可以实现非常精确的解剖，同时将组织的侧向热损伤降至最低。手术在高倍放大下进行。最初的切口仅穿过上皮（见图 28）。

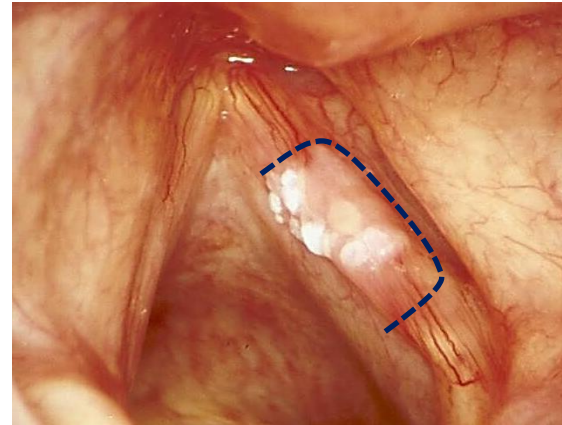


图 28: I 型声带切除术的初始切口

用微型息肉钳夹起上皮的切缘，将肿瘤从声带韧带上分离下来，注意在切除肿瘤并将其固定到软木上时不要丢失空间定位（见图 20）。

### 膜性声带的深层病变

对于需要进行 II 型至 IV 型切除的较深肿瘤，目标是进行足够范围的切除（>1 毫米的切缘），并保持良好的说话声音（见图 29）。

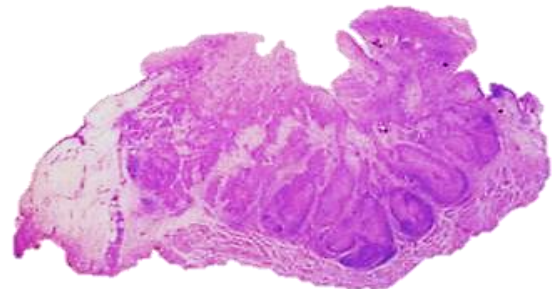


图 29: 所需切缘范围示例

将激光设置为最小光斑大小、功率 3-5 瓦和超脉冲模式；这可以实现非常精确的解剖，同时将侧向热损伤降至最低。手术在高倍放大下进行。必须对肿瘤进行连续切片（面包切片法），以确定肿瘤的深度和深部切除平面，并分段切除肿瘤（见图 18、19、30、31）。

通常最容易先切除后段，尤其是当对前联合的暴露不佳时（见图 32）。



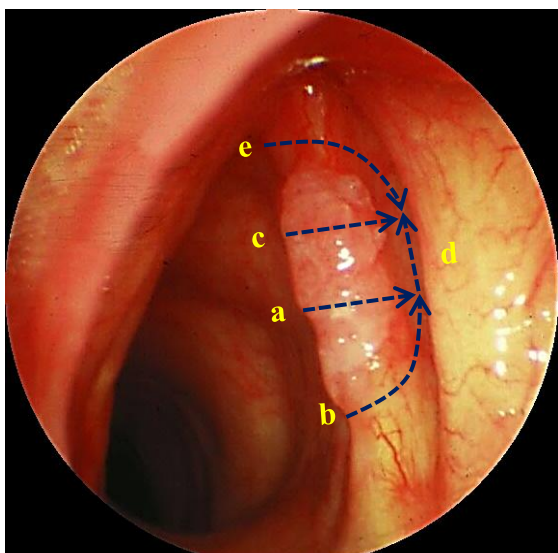


图 30：部分声带切除术切口顺序示例

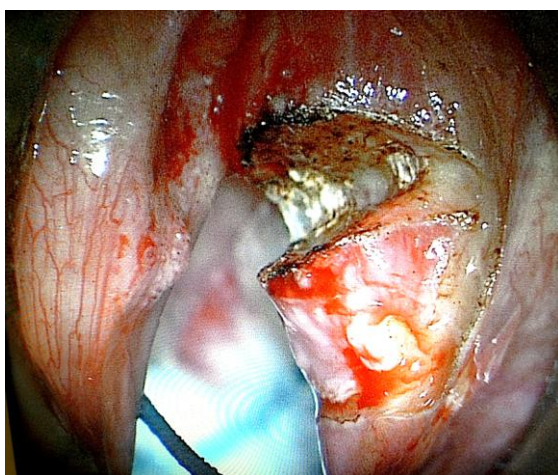


图 31：肿瘤已被横断以确定侵袭深度

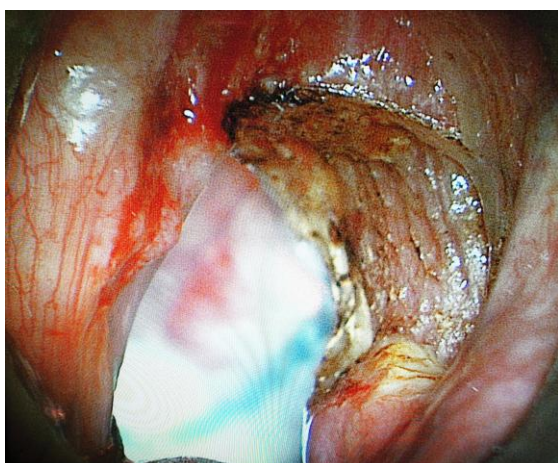


图 32：肿瘤后半部分的 3 型切除

在手术过程中，尤其是在分离靠近或位于前联合下方以及杓状软骨声突外侧时，可能会遇到出血。对于小血管，可以通

过散焦（大光圈）激光束进行凝固。对于更明显的出血，可使用单极或双极电凝镊进行控制。避免在声带上使用吸引电凝。在移除肿瘤组织并将其固定在软木板上时，需注意保持其空间朝向，并在患者病历和病理申请单上详细绘制肿瘤组织的朝向。此外，将基底区域（深部边缘）涂成蓝色也是有帮助的，并请病理学家确定染色区域是否无肿瘤残留。

## 前联合

作者们并不认为前联合癌是激光切除的禁忌证。然而，一些外科医生认为前联合受累是激光切除的禁忌证，并主张采用垂直部分喉切除术、环上喉切除术，甚至全喉切除术。

在使用激光切除术治疗前联合癌时，需要考虑以下因素：

- 与甲状软骨的接近程度：这使得难以获得足够的手术切缘，并增加了软骨受侵的可能性（见图 33）。作者们通常不常规进行影像学检查，而是在切除过程中跟踪肿瘤，必要时可使用二氧化碳激光切除软骨。一旦声韧带被激光从软骨上切断，外科医生可以在软骨膜深部的平面剥离组织，直至软骨的下缘，然后散焦激光并“灭活”软骨上任何残留的癌细胞（见图 34）。



图 33：通过甲状软骨的浸润

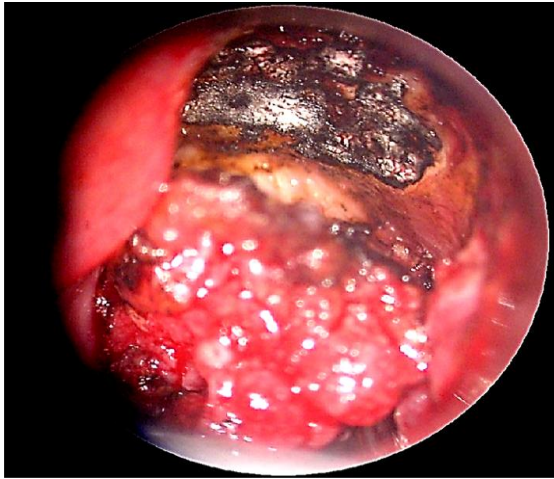


图 34：在软骨膜下平面剥离组织，并用激光“灭活”软骨中的癌细胞

- 声门下肿瘤向下延伸至甲状软骨下方并穿过环甲膜（见图 35、36）：

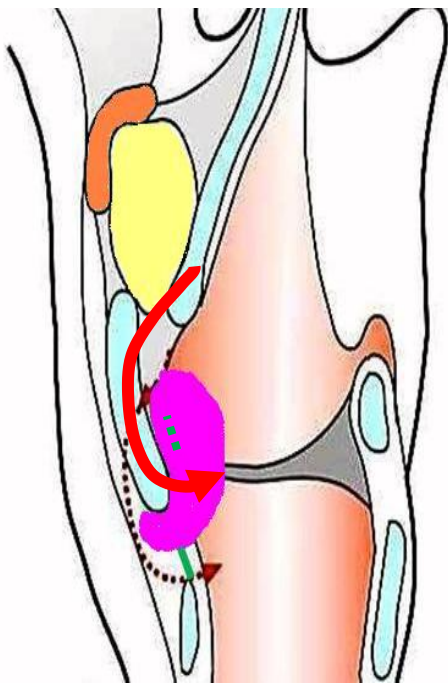


图 35：声门下通过环甲膜的延伸；内镜下切除（红线）

外科医生通过内镜追踪肿瘤。可能需要使用激光切除甲状软骨以改善暴露并切除喉外肿瘤；如果需要，切除范围可延伸至颈部皮肤的深部（见图 36）。

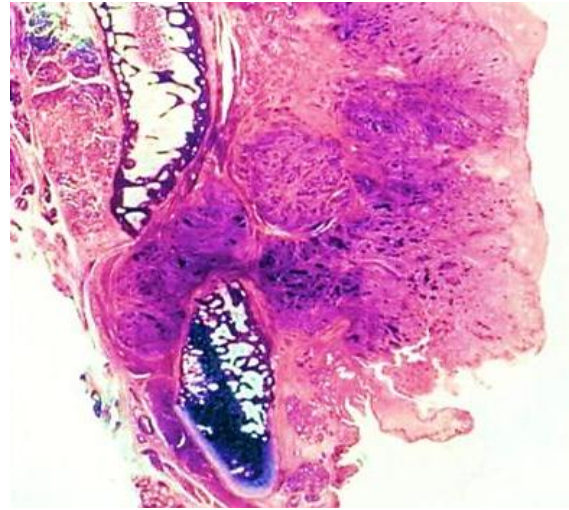


图 36：肿瘤从甲状软骨和环状软骨之间逸出

图 37：前联合处的粘连导致声音不佳：当两侧声带的前端被剥脱或切除时，会发生粘连（见图 38）。这种情况可以通过分两步进行切除来避免，即最初仅切除至中线，然后在大约一个月后完成第二侧声带肿瘤的切除（见图 39）。

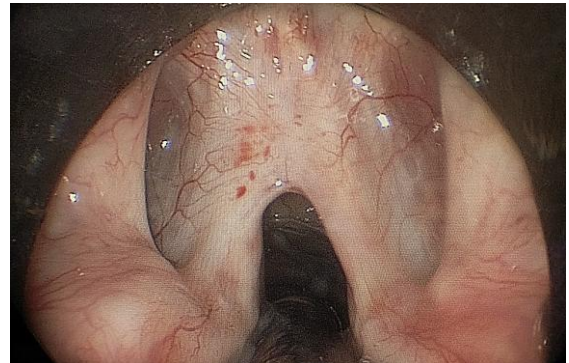


图 37：前联合处的粘连

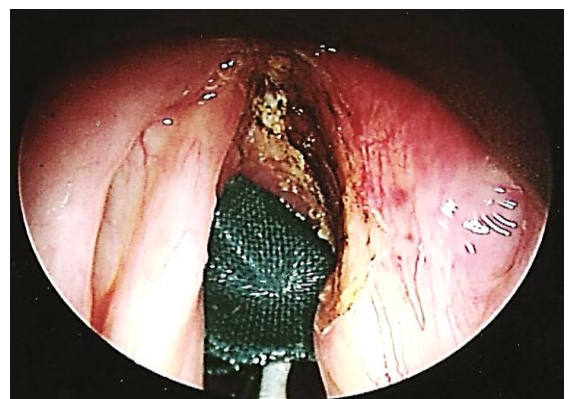


图 38：剥脱两侧声带会导致粘连



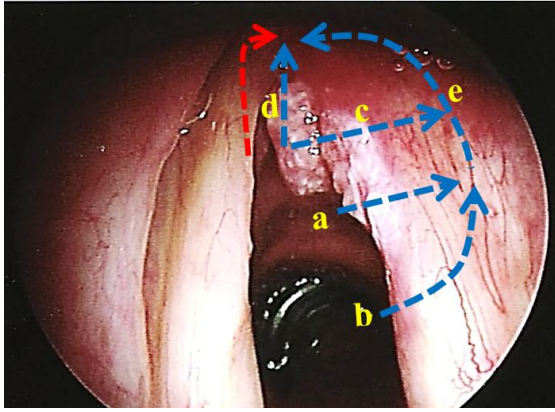


图 39：避免粘连的典型操作顺序：初次切除（蓝色）和延迟的第二次切除（红色）前联合肿瘤

纠正粘连可能比较困难。单纯使用激光切开粘连，不可避免地会导致新的粘连形成。一种选择是在用激光切除瘢痕组织后应用丝裂霉素 C，或者用激光切开粘连后，放置一个硅胶支撑物（keel）3 周，让切开的边缘能够上皮化<sup>3</sup>（见图 40、41、42）。支撑物通过缝线固定在适当位置，缝线是通过从前联合上方和下方外部穿针来固定的<sup>3</sup>。

支撑物（keels）可以在手术室中廉价地制作，方法是将尼龙缝线折叠在透明胶带（支撑物）上（见图 40），或者将缝线编织到硅胶片的边缘（见图 41）。

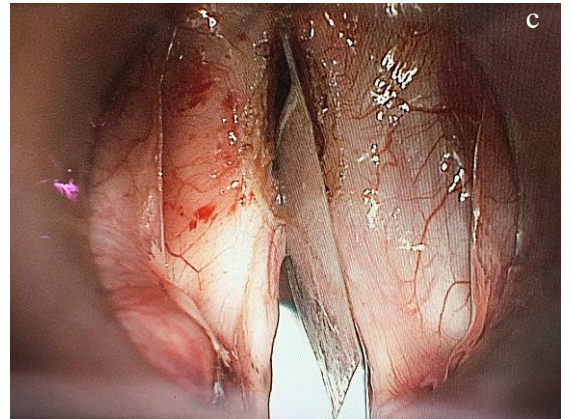
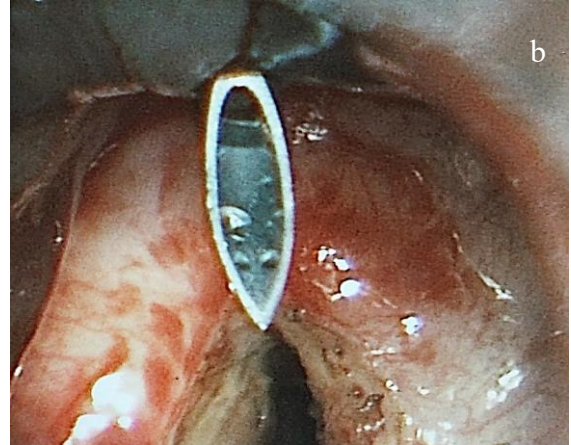


图 40：粘连已被切开，针穿过甲状软骨下方的前联合（a）；第二根针穿过前联合上方（b）；用透明胶带折叠在缝线上制成的支撑物，并将其系紧固定（c）

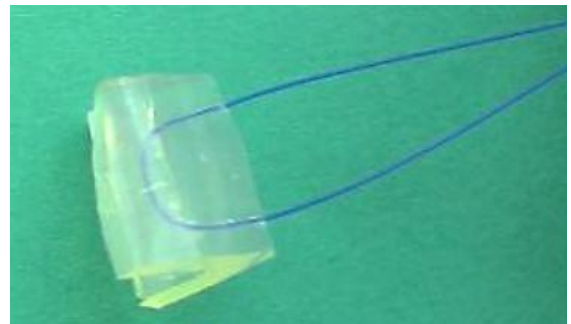
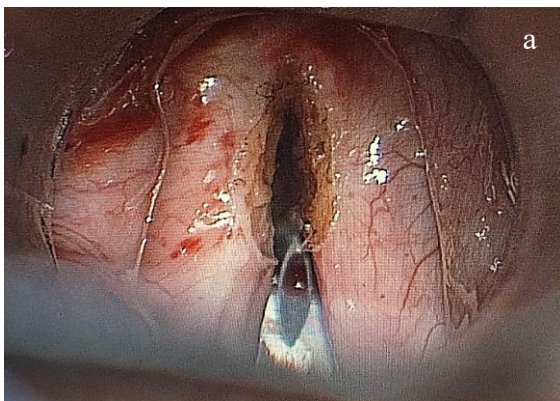


图 41a：通过将一根“双头”（两端各带针头）的 4/0 尼龙/普罗林缝线编织穿过薄硅胶片制成的简单支撑物

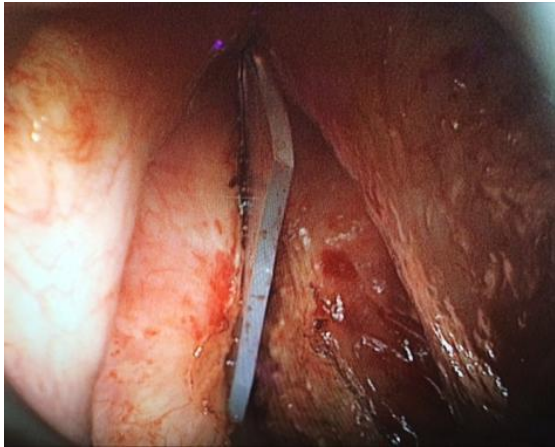


图 41b: 通过将两根针分别穿过环甲膜（下方）和甲状软骨（上方），将硅胶支撑物固定在适当位置



图 42: 将缝线系在硅胶片上以固定支撑物的位置

在第一作者的经验中，另一种成功的方法是切开前联合，并暂时将声带向外侧移位。从颈部外部穿过甲状软骨，在声带的上方和下方分别插入两根注射针。将缝线通过针头送入并穿出喉部，然后通过颈部外部将缝线系在一起，将声带向外侧移位，持续 3 周（见图 43、44）。



图 43: 缝线绕过声带以将声带向外侧移位

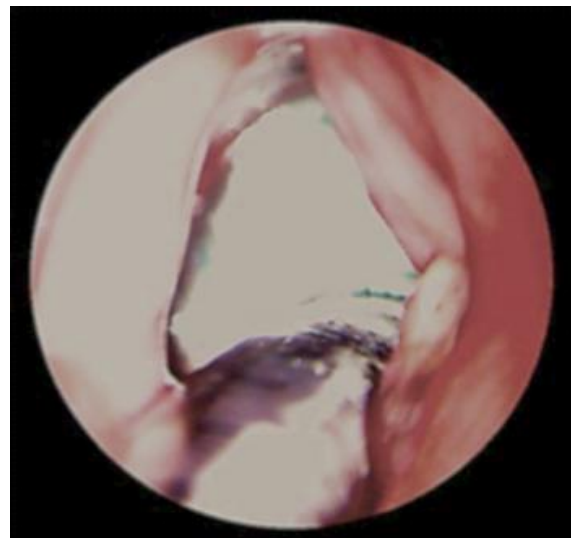


图 44: 向外侧移位的声带

### 声门上癌

使用扩张喉咽镜（见图 9）、抓钳和 Liga 夹子施夹器来夹闭穿过咽会厌皱襞的喉上血管，从而切除声门上癌。由于手术并未涉及声带，外科医生将激光设置为更高的功率（>5W）、稍大的光斑尺寸，并采用超脉冲模式，以实现切割和凝固的双重效果。手术在高倍放大下进行，保持距离肿瘤边缘大于 5 毫米。只要不同时进行颈部清扫术，通常不需要使用抗生素。



## 声门上会厌癌

舌骨上会厌的切除通常只会导致短暂且相对轻微的吞咽困难（误吸），这种症状会在术后疼痛缓解后逐渐消失。

### 声门上会厌癌和假声带癌

与开放性声门上喉切除术相比，术后误吸的情况较轻；鼻胃管通常在术后几天内即可拔除。切除范围根据肿瘤的具体情况而定，例如可能仅涉及切除会厌的一半。

- 插入扩张喉咽镜，将前叶置于会厌谷中，并将其充分张开。
- 确定肿瘤的范围，并计划切除范围。
- 切除舌骨上会厌以改善暴露，并去除肿瘤的舌骨上部分。
  - 在会厌谷处做一个弧形切口（见图 45、46）。
  - 在矢状平面上将舌骨上会厌一分为二，必要时可切过肿瘤（切除会厌可能需要更高的功率设置，见图 45）。
  - 在舌骨水平横向切断会厌（见图 46）。
  - 切除左侧和/或右侧的舌骨上会厌段。

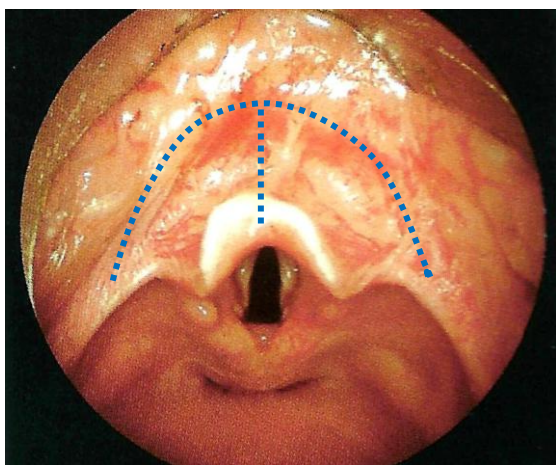


图 45：会厌谷处的初始切口及穿过会厌的切口

- 调整扩张喉咽镜的位置，以更好地接触舌骨下部分的肿瘤。
- 切开会厌咽皱襞，注意识别喉上血管的分支。虽然小血管可以用带角度的抓钳进行凝固，但要避免用电凝烧灼喉上动脉；而是在用激光切断之前，先用 2 个 Liga 夹夹住动脉。
- 会厌前间隙的分离（见图 46）。
  - 横向切开无血管的会厌前脂肪，保留一层脂肪在标本的前部作为切除边缘。
  - 用吸引器触诊以确定舌骨的位置和甲状软骨的上缘。
  - 切开并暴露甲状软骨。
- 在矢状平面上将舌骨下会厌一分为二，必要时可切过肿瘤（切除会厌可能需要更高的功率设置）。

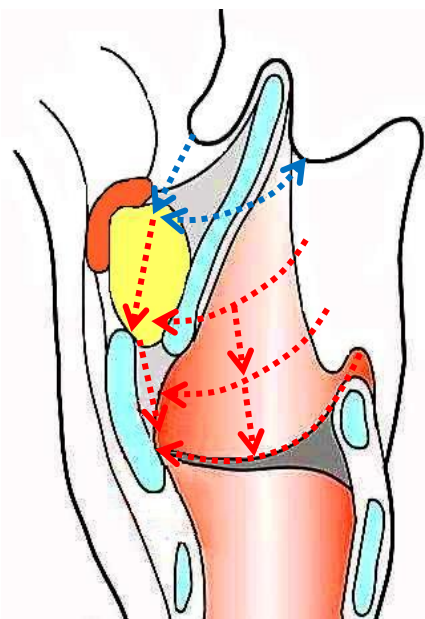


图 46：激光声门上喉切除术中舌骨上（蓝色）和舌骨下（红色）切口；会厌前脂肪（黄色）

- 跟随肿瘤进行切除，例如通过甲状舌骨膜；必要时也可以切除甲状软骨。
- 根据需要将肿瘤分段切除，注意保持各段的朝向，以便病理学家进行分析。
- 可以使用冰冻切片来指导切除范围。

- 使用单极吸引电凝或凝固镊（最好是双极）确保止血。

图 47a-d 和图 48a-c 展示了声门上癌的切除及其恢复过程。

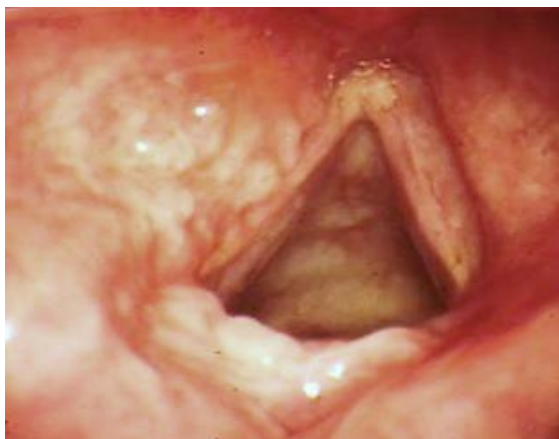


图 47a: （左侧）声门上癌



图 47b: 切除第一段；注意气管插管已被向前移位，以改善后部切除的视野

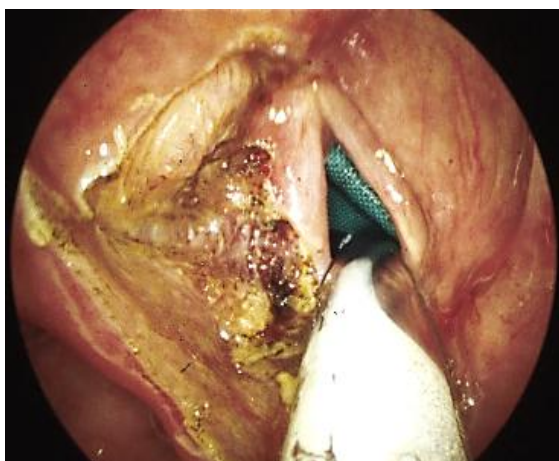


图 47c: 完成切除



图 47d: 愈合后的情况



图 48a: 声门上癌，肿瘤已延伸至右侧杓会厌襞和咽会厌皱襞



图 48b: 完成切除





图 48c: 愈合后的情况

### 下咽癌

梨状窝癌可能向内侧扩展至旁声带间隙、环状软骨和环杓关节；向前侵入会厌前间隙；向侧方侵犯甲状软骨，穿过甲状软骨板，到达颈部软组织和颈动脉鞘（见图 47）。

在诊断性内镜检查时，需要评估：

- 肿瘤的深度和活动性
  - T 明确局限于黏膜的肿瘤较易切除。
  - 晚期侵袭性肿瘤若累及侧壁，需要额外进行 CT 和/或 MRI 检查，因为侵入颈动脉周围软组织的深度侵袭性肿瘤不适合激光切除。
- 侧壁肿瘤是否延伸至甲状软骨板后（见图 49、50）
  - 颈动脉鞘的邻近情况。
  - **若需要，应延迟颈部清扫术 2 周，以避免形成贯穿至颈部的瘘管。**
- 肿瘤的远端范围，因为应尽量避免在狭窄的环咽肌区域进行环形切除，因为这可能导致狭窄。

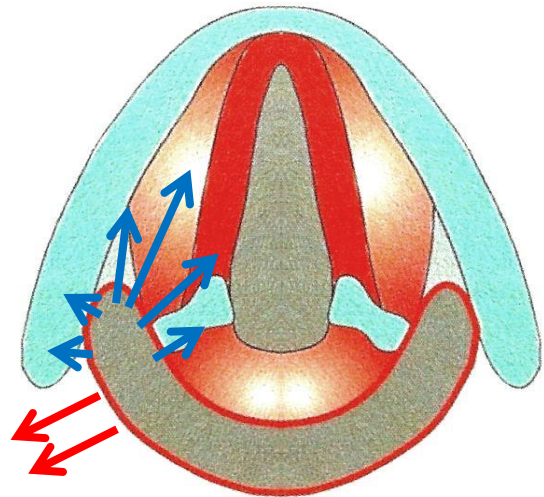


图 49: 梨状窝癌的扩展：红色箭头表示由于靠近颈动脉，切除风险较高

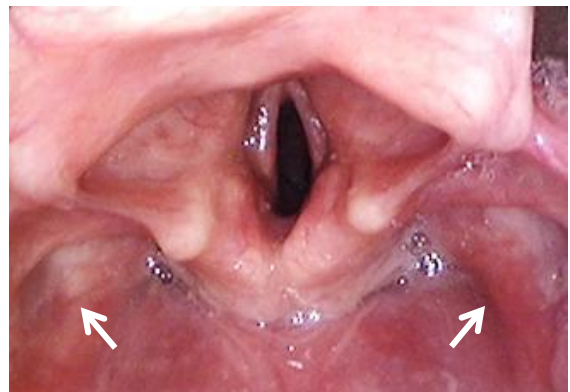


图 50: 甲状软骨板的后缘

### 手术方法

手术在高倍放大下通过喉镜和扩张喉咽镜（见图 9）进行，使用抓钳和 Liga 夹子施夹器夹闭穿过咽会厌皱襞的喉上血管。保持距离肿瘤黏膜边缘 5-10 毫米。由于手术并未涉及声带，外科医生将激光设置为更高的功率（>5W）、稍大的光斑尺寸，并采用连续波（CW）模式，以实现切割和凝固组织的双重效果。在甲状软骨板后方、颈动脉鞘区域进行分离时，应降低功率。两位作者在切除下咽癌时偶尔暴露了颈动脉，但并未出现任何不良后果；血管要么保持未覆盖状态，要么用纤维蛋白组织胶封闭。肿瘤分段切除，注意保持标本的方向，以便病理学家评估深部边缘的组织学情况。对于较大的切除，应在直视下插入鼻胃

喂养管，以避免导管穿过肿瘤床并进入颈部软组织，或者安排进行经皮内镜下胃造瘘（PEG）。只要不同时进行颈部清扫术，通常不需要使用抗生素。

图 51 和图 52 展示了梨状窝癌和环状后区癌在切除前后的样子，以及愈合后的情况。



图 51：环状后区癌，肿瘤已延伸至梨状窝（a），以及切除和愈合后的情况（b）

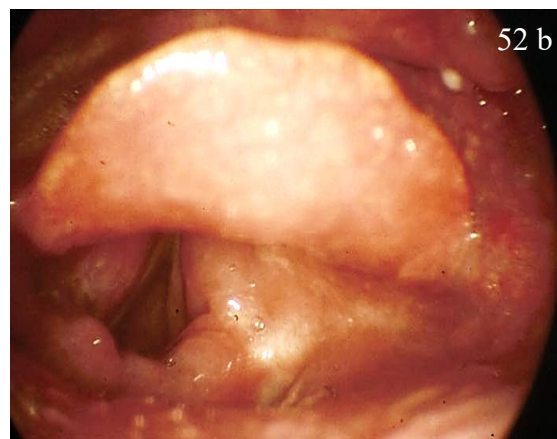


图 52：梨状窝癌，肿瘤已延伸至环状后区，切除前（a）及愈合后（b）的情况

### 舌根（BOT）（见图 53、54）

与外部手术切除相比，功能结果更优。根据解剖因素，使用激光切除舌根部肿瘤可能非常容易，也可能无法进行（除非在使用小型内镜的专家手中）。

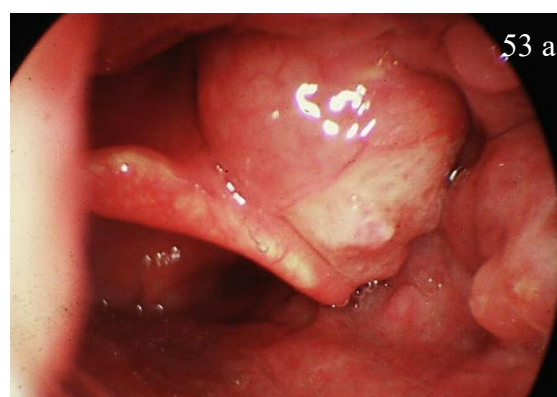


图 53：舌根癌（a），以及切除和愈合后的情况（b）



## 舌根癌切除的关键问题:

- 进行 CT 扫描, 最好是 MRI 扫描, 包括横断面和矢状面, 以评估:
  - 肿瘤的深度
  - 肿瘤向前深部的延伸
  - 会厌前脂肪的受累情况
- 插入鼻气管插管以改善暴露, 并用湿布或神经棉片保护气管插管。
- 通过舌部穿线施加前向牵引力。

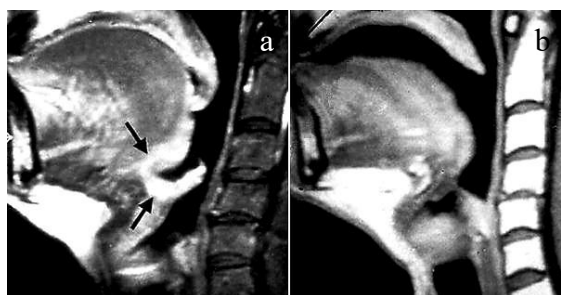


图 54: 术前 (a) 和术后扫描显示会厌缺失以及舌根体积减小 (b)

- 使用扩张口咽镜 (见图 10a、b) + / 大型喉镜 + / 扁桃体拉钩以获得暴露。
- 在长时间手术过程中, 要不时减轻镜体对舌头的压力, 以恢复舌头的血液循环。
- 不要同时牺牲两侧舌动脉, 否则舌头可能会发生梗死。
- 不要同时牺牲两侧舌下神经, 否则患者可能会出现严重的口腔功能障碍 (吞咽困难和言语不清)。
- 将肿瘤分段切除。
- 使用冰冻切片来指导手术, 因为与喉癌相比, 肿瘤的边界可能没有那么清晰可见。
- 准确地定位切除的标本, 以便病理学家对切缘进行评估。
- 通常不需要皮瓣修复, 因为缺损可以自行愈合。
- 一般不需要气管切开术。
- 对于包括切除会厌的大范围切除, 需要插入鼻胃管进行喂养。
- 当预期会有持续的吞咽问题, 例如对于需要辅助放疗的大肿瘤进行扩

大切除时, 应尽早考虑进行经皮内镜下胃造瘘 (PEG)。

## 口腔与口咽部

口腔和口咽部病变可以使用二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 激光在显微镜下进行切除。病变应始终被切除以供组织学评估, 而不是被汽化。图 55a 和 b 展示了在激光切除后, 保留肿瘤床愈合的优良功能结果。



图 55a、b: 舌癌, 切除前 (a) 及愈合后 (b) 的情况

图 56a 和 b 展示了软腭癌的切除过程。



图 56a: 切除前的软腭癌、扁桃体癌及咽后壁癌

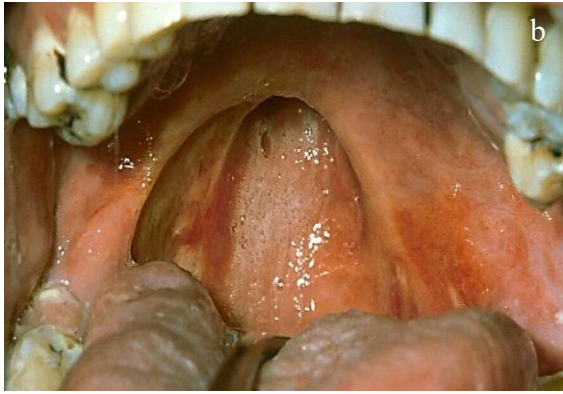


图 56b：软腭癌、扁桃体癌及咽后壁癌，切除和愈合后的情况

## 二氧化碳激光用于良性病变

### 喉囊肿和囊状囊肿

喉内囊肿和囊状囊肿通过二氧化碳激光进行广泛的造口术，并用吸引器吸出囊肿内容物，效果非常好（见图 57、58）。

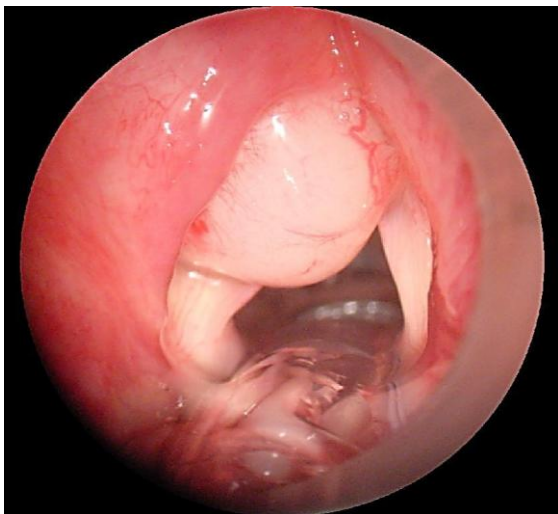


图 57：适合用二氧化碳激光造口术的囊状囊肿

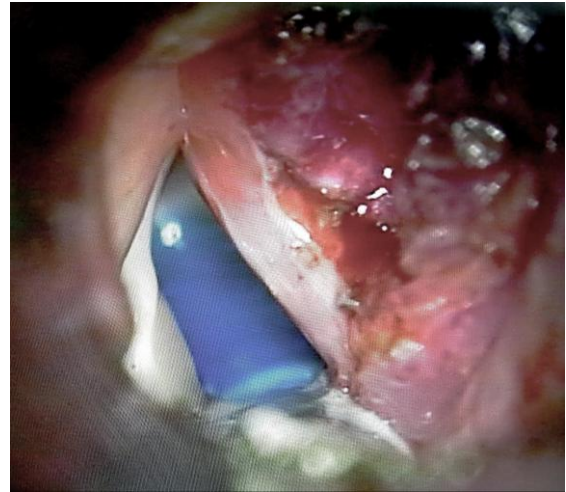


图 58：激光造口术后的大喉囊肿内表面

### 病毒性乳头状瘤病（图 59）

病毒性乳头状瘤病手术的目标并非清除所有病毒感染的组织，而是保持气道通畅和保护声音功能。目前最常用的技术是二氧化碳激光和微型吸切转。使用二氧化碳激光进行乳头状瘤的消融时，需将激光功率设置得较低，并略微散焦以增大光斑面积。手术应采取保守方式，以保护声音。

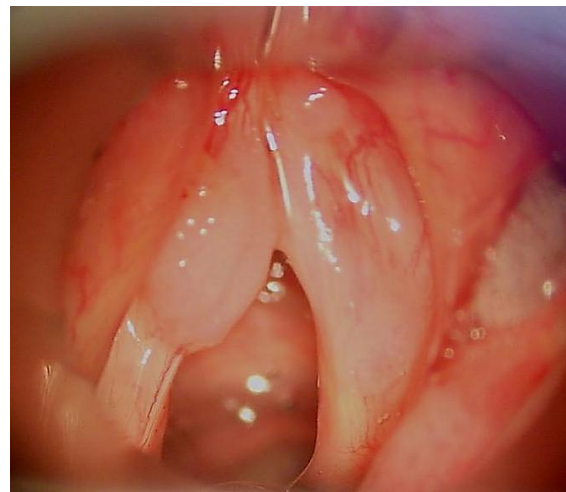


图 59：乳头状瘤

位于前联合的乳头状瘤在避免粘连和声音不佳方面带来了挑战。可以选择分阶段处理前联合的病变，每次仅消融一侧，以避免粘连。气管内的乳头状瘤可以通过显微镜使用较小且较长的喉镜插入声



带之间进行消融；或者使用激光支气管镜（见图 3）进行消融。

### 插管后喉肉芽肿

插管后肉芽肿起源于杓状软骨的声突部位，通常是由于插管造成的创伤（见图 60）。

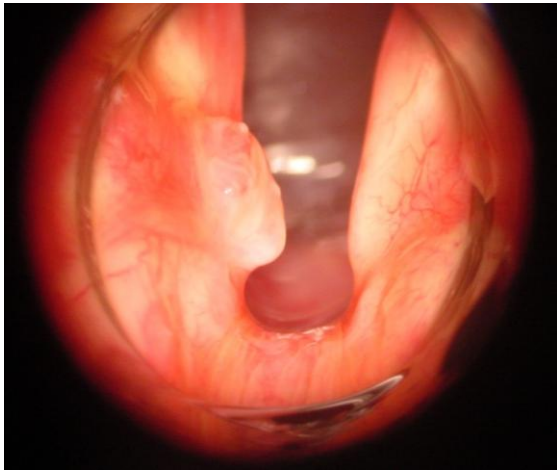


图 60：插管后肉芽肿

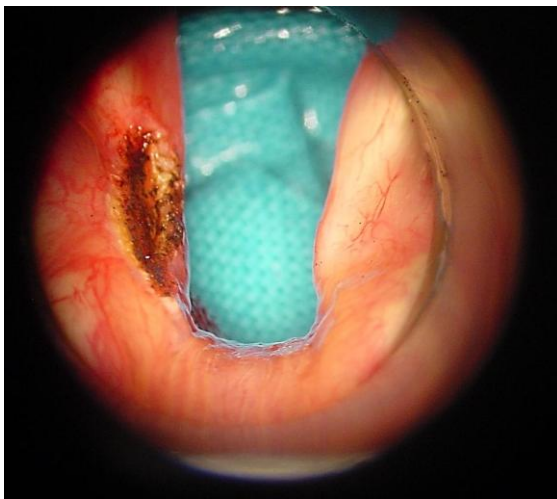


图 61：切除的肉芽肿

只有当这些肉芽肿在数月后仍未自行吸收，并且仍然引起症状时，才需要将其切除，同时注意避免暴露软骨，以减少复发的可能性（见图 61）。

### 声带麻痹

为了缓解因双侧声带麻痹导致的气道阻塞而进行手术时，必须提前告知患者气道通畅与声音质量之间的权衡，以及如果气道仍然不够通畅，可能需要进行第二次手术。尽管一些外科医生最初更倾向于进行单侧后部声带切除术，但第二作者通常会进行双侧后部声带切除术，因为在他的经验中，这种手术方式在改善气道通畅和声音质量方面都能取得良好的效果。

手术是在一根较小（5 毫米）的气管内插管周围进行的，喉镜被放置在插管后面以暴露后部喉部。使用二氧化碳激光仅切除杓状软骨的声突（声带的后三分之一）以及声突外侧一定量的组织（见图 62）。重要的是要保留声带的前三分之二（振动部分），以优化声音质量。

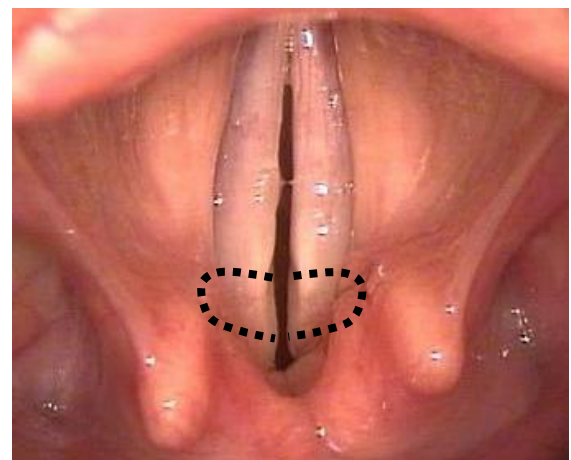


图 62：双侧后部声带切除术

最终结果通常需要在手术后数月，待纤维化和愈合成熟后才能显现。由于喉部气道增大改善了气流，且手术仅限于后部声门，因此声音质量通常非常令人满意（见图 63）。



图 63：单侧后部声带切除术的术后

### 声门下狭窄和气管狭窄

二氧化碳激光最适合用于处理薄的粘连。手术通过将较小且较长的喉镜插入声带下方进行。麻醉采用开放气道的方式，患者可以采用静脉麻醉自主呼吸，或者间歇性喷射通气；第二作者更倾向于使用间歇性拔管，在患者屏气期间进行手术。狭窄部位以放射状切开，保留切口之间的黏膜桥（见图 64）。

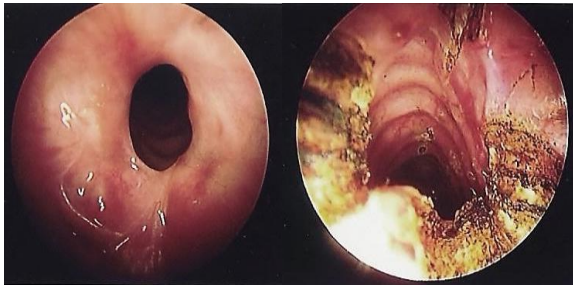


图 64：气管狭窄；保留的黏膜桥

### 咽囊（Zenker 憩室）

内镜憩室切开术涉及切开食管和憩室之间的“隔墙”，以及位于“隔墙”上部的环咽肌（见图 65）。该手术可以使用钉合器（见图 66）或二氧化碳激光进行。第二作者（W.S）在过去 30 年中一直倾向于使用二氧化碳激光进行内镜憩室切开术。这两种技术都被证明是有效且安全的。

二氧化碳激光特别适用于小于 4 厘米的憩室，因为由于设计原因，钉合器无法

切开“隔墙”的远端 1-2 厘米（见图 65）。

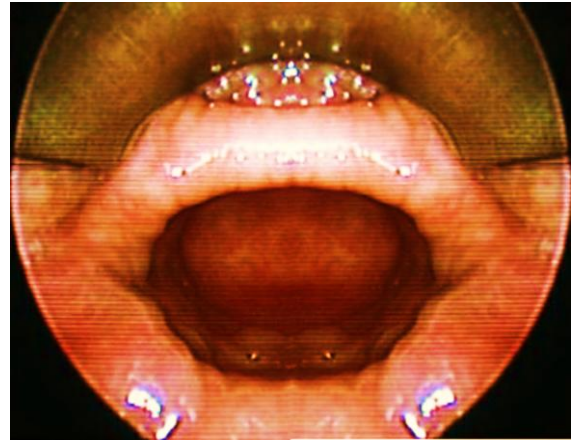


图 65：包含环咽肌的隔墙将食管（前方）与憩室（后方）分隔开

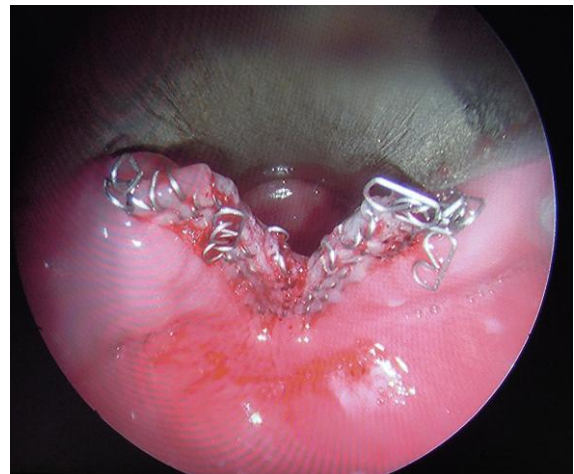


图 66：使用钉合器进行憩室切开术



图 67：大型和小型憩室

手术是使用 Weerda 憩室镜完成的（见图 68）。



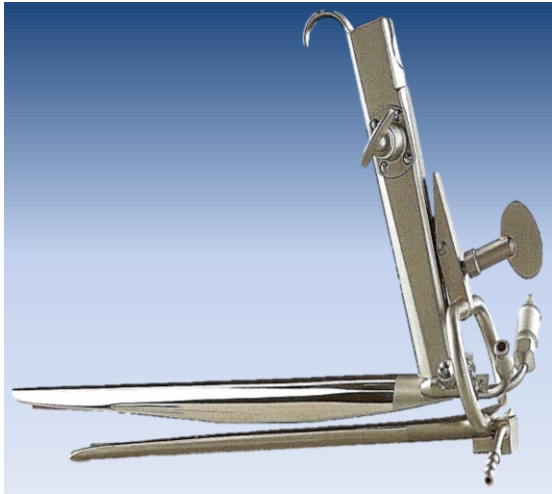


图 68: Weerda 憩室镜

由于解剖学限制，并非总是能够插入内镜。在缺乏经验的操作者手中，Weerda 内镜是一种特别危险的器械，因为它可能难以插入，并且可能会穿透咽后壁或憩室，从而导致颈部感染和纵隔炎（见图 69）。



图 69: 穿孔的憩室

### 激光憩室切开术的手术步骤

- 使用硬性食管镜确定憩室的解剖结构及食管开口的位置。
- 将硬性食管镜插入食管，以扩张憩室前缘的近端开口。
- 定位或进入食管可能有困难……一个有用的技巧是，用吸引管（不使用吸引功能）探查管腔来找到食管开口，并将食管镜顺着吸引管插入。

- 将 Weerda 憩室镜的闭端插入憩室，注意不要穿破其薄壁。
- 打开镜片，将憩室镜向后拉，直到食管开口出现在前方。
- 将 Weerda 憩室镜的前叶插入食管，将后叶留在憩室内。
- 进一步撑开镜片，将隔墙暴露于视野中，并将憩室镜悬吊起来（见图 65）。
- 清除憩室内的食物残渣。
- 将湿布条插入食管，以防止激光误伤。
- 将激光设置为 5W、连续波模式和小光斑尺寸。
- 切开隔墙的黏膜和环咽肌（见图 70）。
- 在憩室底部上方 5mm 处停止分离。
- 术中及术后使用广谱抗生素。

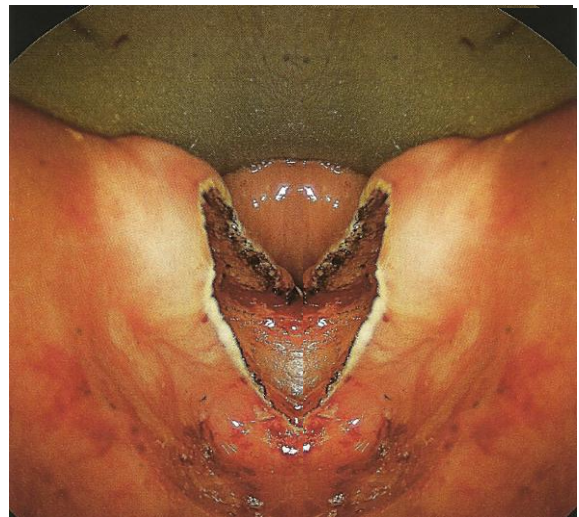


图 70: 被切开的隔膜

- 在术后第 1 天开始摄入流质饮食；在一周内逐渐过渡到软食，然后是普通饮食（一些外科医生会选择在术后插入鼻胃喂养管 2 天）。

### 激光手术的并发症

患者在接受激光切除术后通常出人意料地疼痛较少。他们常提到由于手术部位的分泌物，需要在几周内频繁清嗓。

## 早期并发症

- 牙齿问题：使用牙龈保护器来保护牙齿，并在手术前检查是否有牙冠或种植体，并向患者解释相关风险。
- 口咽部创伤：在内镜暴露困难时，可能会导致扁桃体-舌黏膜出现轻微撕裂，这种情况并不少见。
- 舌神经：长时间向上牵引舌根可能会因舌神经受到牵拉损伤而导致口腔舌部出现短暂的感觉改变。
- 出血：重要的是要使用 Liga 夹来夹闭大血管，而不是进行电凝。虽然这种情况并不常见，但一旦发生，可能是一个灾难性的事件，尤其是当出血来自舌动脉、喉上动脉或颈动脉时。
- 手术气肿：这种情况主要发生在声门下区域的手术中，例如通过环甲膜进行切除。它是通过保守治疗的；当出现小的缺损时，空气会被困在软组织中。为了避免气肿，可以在拔管时按压喉部，并随后在颈部缠上绷带。
- 气道阻塞：这是一个不常见的事件；因此，预防性气管切开术很少被推荐。
- 误吸：这种情况在声带切除术中不会发生，但可能会在声门上喉切除术和舌根切除术中出现并发症。它很少是一个持续性问题，其发生率低于开放性切除术。初步处理可能包括良好的疼痛控制、提供浓稠的食物（而不是液体）；以及临时使用鼻胃管或 PEG 喂养。
- 激光烧伤：当组织（例如面部皮肤）没有被湿纱布妥善保护时，可能会发生这种情况。
- 气道火灾：这是一个极其罕见的事件，且完全可以预防。

## 晚期并发症

- 肉芽肿（见图 71）：这种情况尤其可能发生在软骨暴露的部位，例如

前联合和杓状软骨的声突。它通常会随着时间的推移而自行消退，但如果无法与肿瘤复发区分开来，可能需要进行活检。

- 软骨坏死：当软骨暴露或被切除时，尤其是在化疗和放疗后的挽救手术中，这种情况很少发生。患者接受抗生素治疗和显微喉镜检查以清除黏液和死骨，并通过激光灭活剩余的软骨以促进愈合并排除残留肿瘤（见图 72）。

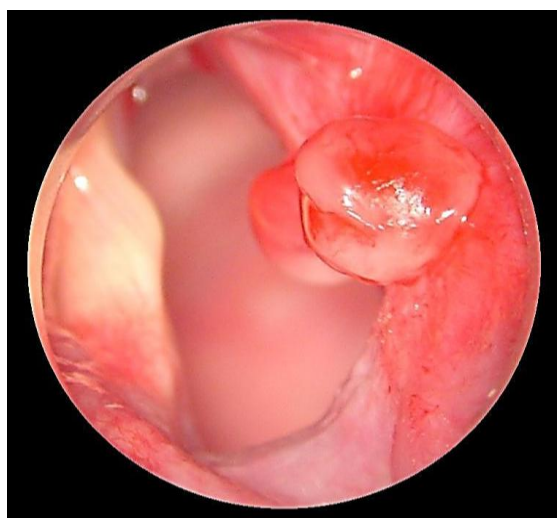


图 71：杓状软骨上的肉芽肿



图 72：软骨坏死的死骨

- 狭窄：这种情况在肿瘤手术中非常罕见。图 73a-c 展示了一位患者，他在接受下咽癌的环形切除术后，在环咽肌区域出现了完全性狭窄；狭窄通过空肠游离皮瓣进行了旁路手术。

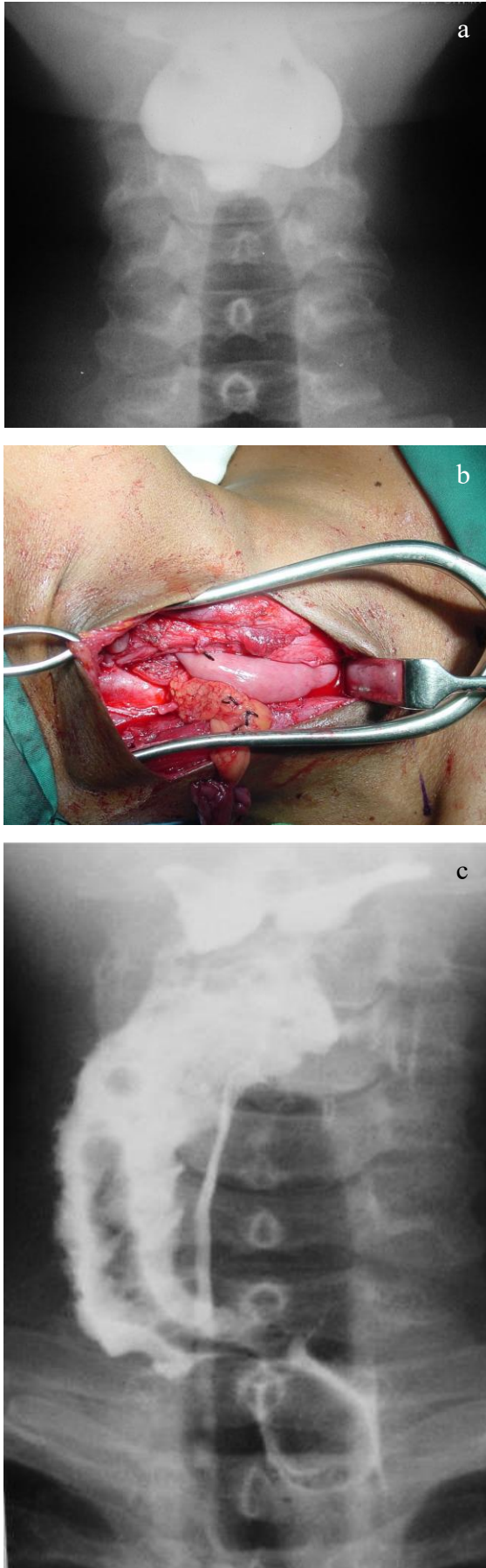


图 73a-c: 下咽部狭窄 (a); 空肠游离皮瓣插图 (b); 术后结果 (c)

## 建议阅读

- Endoscopic Laser Surgery of the Upper Aerodigestive Tract: With Special Emphasis on Cancer Surgery. W Steiner, P Ambrosch (2000) ISBN-10: 08657-7996, ISBN-13: 978-0865779969
- Transoral Laser Microsurgery for Cancer of the Upper Aerodigestive Tract (incl. DVD): Steiner W. 2013 (Distributed at no charge by Karl Storz, Tuttlingen)
- American Society for Laser Medicine and Surgery  
<http://www.aslms.org/public/standardpsgs.shtml>
- Apfelbaum JL *et al.* Practice advisory for the prevention and management of operating room fires: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Operating Room Fires. *Anesthesiology*. 2013 Feb;118(2):271-90

## 参考文献

1. Peter H. Eeg. CO<sub>2</sub> Lasers: The Four Keys to Success. *Veterinary Practice News Posted: May 23, 2011*  
<http://www.veterinarypracticenews.com/vet-dept/small-animal-dept/c02-lasers-the-four-keys-to-success.aspx>
2. Remacle M *et al.* Endoscopic cordectomy. A proposal for a classification by the Working Committee, European Laryngological Society. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2000;257(4): 227-31
3. European Laryngological Society Classification for Endoscopic Cordectomy (2024)  
<https://www.otoscape.com/eponyms/els-classification-of-endoscopic-cordectomy.html>



## 本文中的相关章节

- Surgery for pharyngeal pouch / Zenker's diverticulum:  
[https://vula.uct.ac.za/access/content/group/ba5fb1bd-be95-48e5-81be-586fbaeba29d/Surgery%20for%20pharyngeal%20pouch%20\\_Zenker\\_s%20diverticulum\\_.pdf](https://vula.uct.ac.za/access/content/group/ba5fb1bd-be95-48e5-81be-586fbaeba29d/Surgery%20for%20pharyngeal%20pouch%20_Zenker_s%20diverticulum_.pdf)
- Cricopharyngeal myotomy surgical technique:  
<https://vula.uct.ac.za/access/content/group/ba5fb1bd-be95-48e5-81be-586fbaeba29d/Cricopharyngeal%20myotomy%20surgical%20technique.pdf>
- Surgery for laryngocoeles (laryngoceles):  
[https://vula.uct.ac.za/access/content/group/ba5fb1bd-be95-48e5-81be-586fbaeba29d/Surgery%20for%20Laryngocoeles%20\\_Laryngocoeles\\_.pdf](https://vula.uct.ac.za/access/content/group/ba5fb1bd-be95-48e5-81be-586fbaeba29d/Surgery%20for%20Laryngocoeles%20_Laryngocoeles_.pdf)

## 如何引用本章

Fagan JJ, Steiner W. (2025). CO<sub>2</sub> laser transoral microsurgery (TLM). In *The Open Access Atlas of Otolaryngology, Head & Neck Operative Surgery*. Retrieved from  
[https://vula.uct.ac.za/access/content/group/ba5fb1bd-be95-48e5-81be-586fbaeba29d/CO2%20laser%20transoral%20microsurgery%20\\_TLM\\_.pdf](https://vula.uct.ac.za/access/content/group/ba5fb1bd-be95-48e5-81be-586fbaeba29d/CO2%20laser%20transoral%20microsurgery%20_TLM_.pdf)

## 译者

郭照萌  
中国，深圳市，龙岗区耳鼻咽喉医院  
耳鼻咽喉头颈外科  
[13590448626@163.com](mailto:13590448626@163.com)

马仁强  
中国，广州市，中山大学附属第一医院  
耳鼻咽喉科  
[mrq999@126.com](mailto:mrq999@126.com)

江林杰  
中国，深圳市，龙岗区耳鼻咽喉医院

耳鼻咽喉头颈外科  
[1105092533@qq.com](mailto:1105092533@qq.com)

## 作者

Wolfgang Steiner MD, Hon. FRCS (Eng)  
Professor Em. & Past Chairman  
Dept of ENT, Head & Neck Surgery  
University of Goettingen  
Göttingen, Germany

## 副编辑：简体中文

杨颖智 Zenon YEUNG  
顾问医生，荣誉临床副教授  
香港中文大学耳鼻咽喉头颈外科  
[dr.zenon.yeung@gmail.com](mailto:dr.zenon.yeung@gmail.com)

## 作者与编辑

Johan Fagan MBChB, FCS (ORL), MMed  
荣休教授和前任主席  
耳鼻喉科  
开普敦大学  
南非 开普敦  
[johannes.fagan@uct.ac.za](mailto:johannes.fagan@uct.ac.za)

**THE OPEN ACCESS ATLAS OF  
OTOLARYNGOLOGY, HEAD & NECK  
OPERATIVE SURGERY**  
[www.entdev.uct.ac.za](http://www.entdev.uct.ac.za)



The Open Access Atlas of Otolaryngology, Head & Neck Operative Surgery by [Johan Fagan \(Editor\) johannes.fagan@uct.ac.za](mailto:johannes.fagan@uct.ac.za) is licensed under a [Creative Commons Attribution - Non-Commercial 3.0 Unported License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/)

