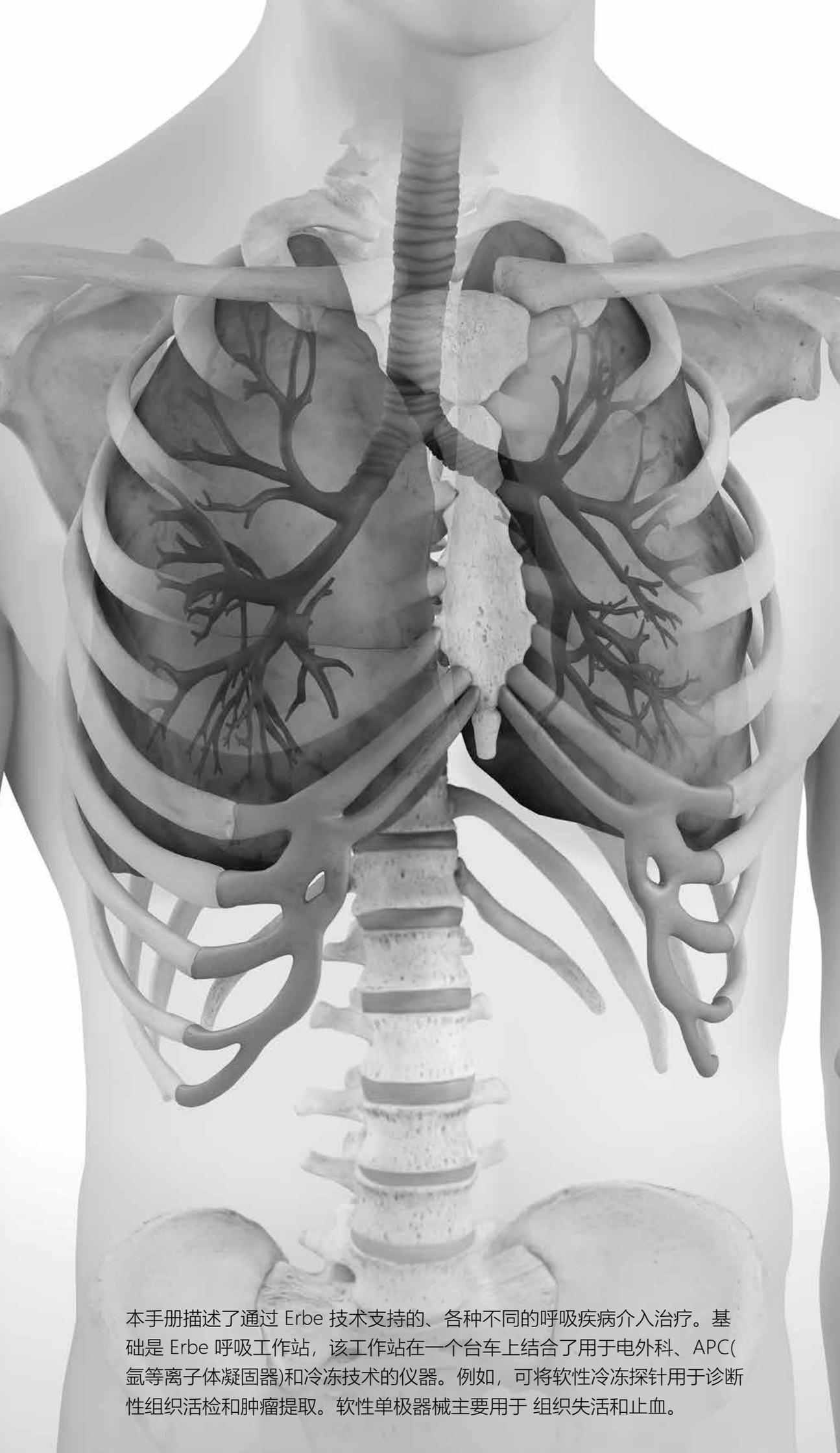


erbe
power your performance.



介入呼吸病学

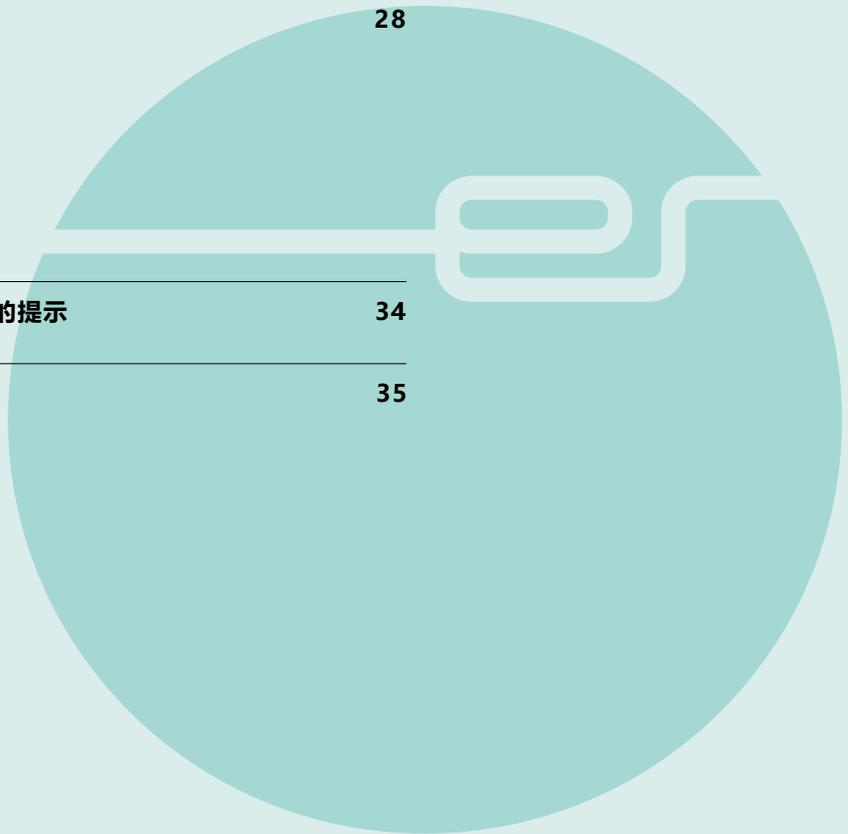
专科应用



本手册描述了通过 Erbe 技术支持的、各种不同的呼吸疾病介入治疗。基础是 Erbe 呼吸工作站，该工作站在一个台车上结合了用于电外科、APC(氩等离子体凝固器)和冷冻技术的仪器。例如，可将软性冷冻探针用于诊断性组织活检和肿瘤提取。软性单极器械主要用于组织失活和止血。

目录

| | |
|---------------------------|-----------|
| 呼吸工作站 | 04 |
| 冷冻手术 | 05 |
| 技术 | |
| 效果 | |
| 器械 | |
| 应用 | |
| 电外科手术 | 18 |
| 技术 | |
| 效果 | |
| 模式 | |
| 器械 | |
| 应用 | |
| 氩等离子体凝固术(APC) | 28 |
| 技术 | |
| 效果 | |
| 模式 | |
| 器械 | |
| 应用 | |
| 关于 APC 和电外科安全使用的提示 | 34 |
| 参考 | 35 |



呼吸超级工作站

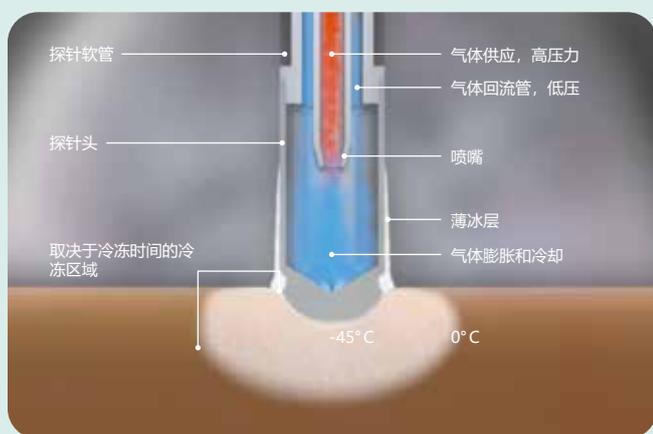


我们的呼吸超级工作站由一个带有 APC 模块和 ERBECRYO® 2 的电外科仪器构成。它们共同构成介入呼吸病学中不同应用的基础。根据需求，还可以将系统安装在单独的台车上。

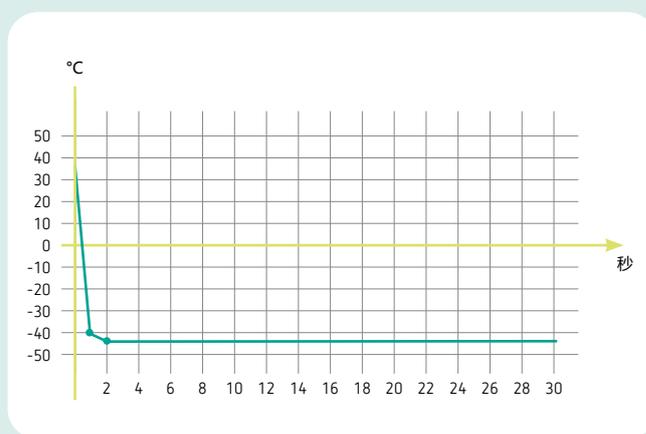
电外科仪器例如 VIO® 3，会生成软性单极应用所需的高频电流，该高频电流以不同模式提供。它还集成了用于 APC 模块例如 APC 3 的主机，该主机会针对非接触式方法 - 氩等离子凝固术(APC)调节氩气流量。冷冻治疗仪 ERBECRYO® 2 会控制用于软性冷冻探针的 CO 气流。

呼吸超级工作站有助于在介入呼吸病学中使用不同的单极器械和软性冷冻探针。

冷冻治疗



探针尖横截面中的气流



1.7 mm 冷冻探针冷冻曲线示意图

冷冻技术的工作原理

ERBECRYO® 2 的冻结作用基于 Joule-Thomson 效应: 特定气体在室温下降压(减压)时,例如二氧化碳,会从环境中吸收能量,进而让其冷却。CO₂ 的理论冰点为 -78.5°C。⁴⁷ 但这只是一个理论数值,根据系统特征的不同,还可能更低。¹

探针的工作原理

二氧化碳在高压下从气瓶中流出,流经仪器进入冷冻探针。然后,通过一根细管被引到空腔的探针尖中。在此,气体通过一个喷嘴进入探针尖。在流入时,气体通过高压管与探针尖内部之间的高压力差实现减压。在流入时,气体通过高压管与探针尖内部之间的高压力差实现减压。基于不同的影响因素,例如瓶压力或探针尺寸,软性冷冻探针尖端上的温度可能介于 -35°C 与 -50°C 之间。¹ 减压的气体通过探针回流到仪器中,然后进入环境。

01 **VIO® 3:** 电外科仪器有助于单极应用,例如肿瘤再通和止血。

02 **APC 3:** APC 模块有助于非接触式应用,例如肿瘤再通和止血。

03 **ERBECRYO® 2:** 冷冻治疗仪有助于例如肿瘤再通、活检、异物摘除和失活。

软性冷冻探针的组织效果

激活时，冰冷的探针尖可执行冻切和冻融



狭窄再通时的冻切

冻切

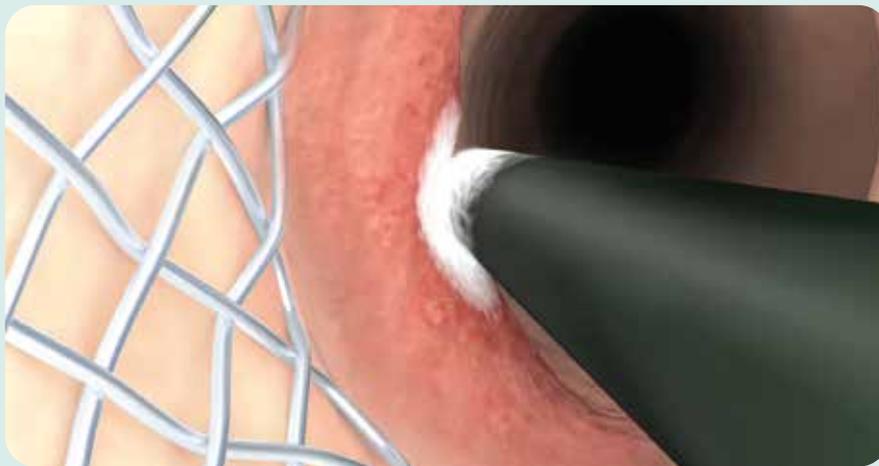
为了例如进行狭窄再通²、提取组织活检³以及摘除异物、血凝块和粘液栓，在介入呼吸病学中会使用冷切。^{4,5,16,7,30}粘附效果的前提是，在冷冻探针尖与待提取的目标(例如异物、组织、血凝块或粘液栓)之间存在液体。这些液体因探针尖冷却而结冰时，尖端会通过形成的冰晶与目标相连。

冷冻区域的大小直接影响取出组织样品的大小。它取决于以下因素：

- 1. 冷冻时间：**冷冻过程持续时间越长，目标区或待去除异物中冷冻区域的扩展也就越大。冷冻区域快速扩展最长 5 秒钟，然后缓慢扩展。从大约 10 秒钟时起，仅会非常缓慢地增长，因为通过热量输出和冷冻区域的边缘会形成一个热平衡。⁶
- 2. 接触面：**探针直径是影响冷冻结果的一个主要因素。已激活冷冻探针头的表面越大，单位时间内的冷冻结果也就越大。⁴³
- 3. 湿度：**为了在冷冻探针与目标之间建立连接，要求一定的湿度。湿度过低时，可能会降低冷冻效果。⁴³

4. 组织和异物的特性：组织或异物的特性会影响冷冻效果。有机、含水和柔软的材料，例如组织或食物，粘附效果通常要好于坚硬、平滑和无机材料，例如塑料或金属。⁷

5. 瓶压力和室温：室温直接影响瓶压力，因为液体二氧化碳的温度与其蒸发压力有关。压力过高时，可通过 ERBECRYO® 2 冷冻仪器将其补偿至 75 bar。气瓶中的压力会影响冷冻效果。压力过低时，ERBECRYO® 2 无法补偿，会丧失冷冻效率。ERBECRYO® 2 会将这一情况报告给用户。



冷冻灭活

冷冻灭活

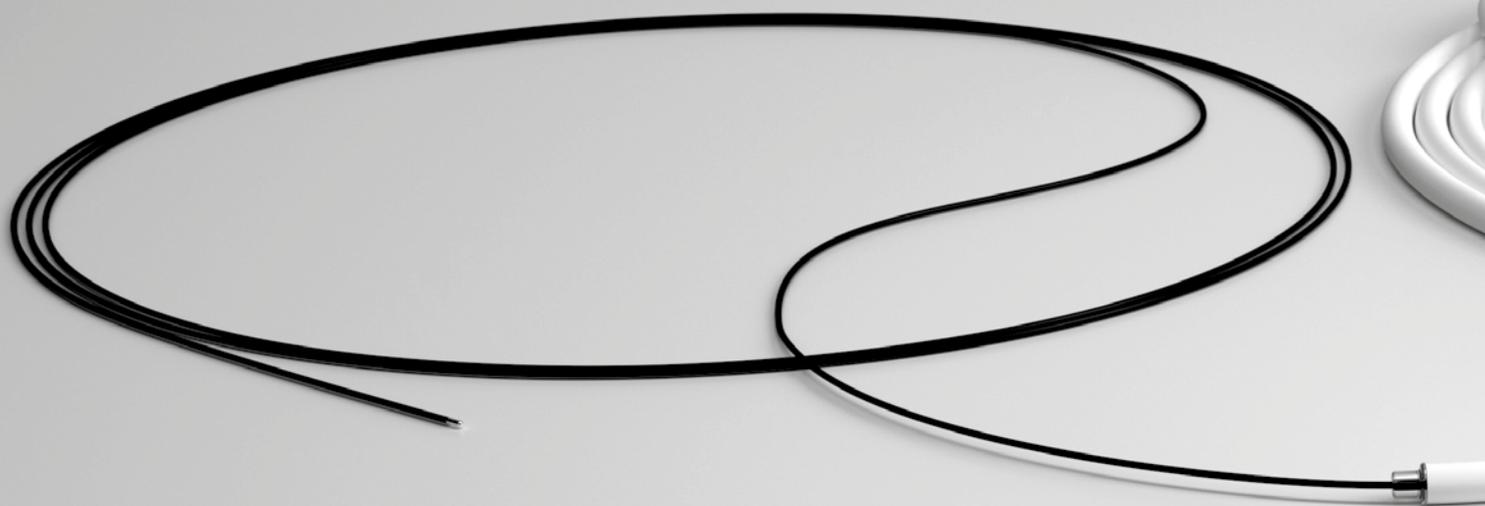
在介入呼吸病学中，使用冷冻探针冷冻和再通靶组织。低温可以让细胞内和细胞外液体结晶。结晶和融解时的再结晶会破坏细胞壁，由此实现组织失活。

以下因素会影响组织冷冻灭活的效果：

- 1. 最低冰点：**从 -10°C 起，不同组织可能开始失活。低于 -35°C 的温度即可让大多数肿瘤类型有效失活。⁸
- 2. 冷却速度：**冷却速度越快，细胞内结晶也就越有效，因此失活效果也就越好。从 -10 至 $-50^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 起，会促进细胞内结晶，因此也有助于细胞失活。⁸ 软性冷冻探针的冷却速度高于 $-1,500^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，⁶因此绰绰有余。
- 3. 冷冻和溶解循环的重复：**相同部位上多个冷冻和溶解循环有助于有效失活。研究表明，从两个循环起会促进肿瘤组织的完全失活。⁸
- 4. 冷冻时间：**在失活时并不一定“越长越好”。研究表明，只需 20 秒钟即可通过细胞内结晶破坏细胞。在呼吸病学中，使用时间介于 20 秒钟与 3 分钟之间。^{9,10,11}
- 5. 溶解速度：**生物组织缓慢溶解时，会形成细胞外再结晶并且细胞外和细胞内盐水的生理浓度会发生变化，这会促进渗透性细胞溶解。因此，建议尽可能缓慢的融解阶段，例如通过被动溶解。⁸

软性冷冻探针

软性冷冻探针可被用于各种不同的临床应用。例如组织失活，去除异物、粘液栓、血凝块、坏死组织、组织肿瘤(再通)以及组织活检。¹²



所有三种探针均可结合相应尺寸的支气管镜使用，1.1 和 1.7 mm 的探针与不同制造商的导管相互兼容。

提供直径为 1.1 和 1.7 以及 2.4 mm 的一次性冷冻探针。

所有探针型号均可被用于中央以及周边的肺部区域。

01 1.1 mm 02 1.7 mm 03 2.4 mm

在此可以找到关于软性
冷冻外科的最新用户视
频和新闻。



扫描 QR 代码或只需点击：
cryo.erbe-med.com

1.1 mm 的冷冻探针还能同软性活检钳一样，通过
支气管镜的工作通道取出活检组织。为此使用鞘管
会保护活检组织和支气管镜。¹²

另外，探针还与具有 1.2 mm 工作通道的支气管镜
相互兼容，允许通过不同的导管进行活检。



活检组织提取

借助软性冷冻探针进行的冷冻粘附术可以从中央以及周边的肺部区域提取活检。¹⁶



支气管内冷冻活检

软性冷冻探针允许介入呼吸病学中许多不同的应用。典型的应用为冷冻提取术，例如去除肿瘤、提取活检材料或发掘异物/血凝块和粘液栓，以及冷冻失活术。针对冷冻提取术，必须将较大的软性冷冻探针(直径 1.7; 1.9; 2.4 mm)连同支气管镜或导管一起取出。原因是，组织块或异物的尺寸对于支气管镜或引导系统的工作通道来说是过大的。³

相反，带有鞘管的 1.1 mm 细冷冻探针可通过治疗型支气管镜的工作通道(2.8 mm)提取活检材料。

支气管内冷冻活检

支气管内冷冻活检目前是介入性支气管镜检查中一个公认和既定的活检程序，在不同导则中都有提及。研究表明，该程序是有效并且安全的。¹⁶

记述的诊断

针对借助软性冷冻探针进行的支气管内活检材料的提取，记述了以下良性和恶性适应症：^{17,18}

- ☑ 肺癌
- ☑ 转移性结肠腺癌
- ☑ 恶性瘤
- ☑ 淋巴结瘤
- ☑ 鳞状细胞癌
- ☑ 黏液表皮样癌
- ☑ 转移性肾细胞癌
- ☑ 支气管内结核
- ☑ 非结核肉芽肿
- ☑ 子宫肌瘤
- ☑ 软骨瘤
- ☑ 类癌
- ☑ 透明细胞癌
- ☑ 囊性腺癌
- ☑ 腺癌

应用

技术

为了进行支气管内冷冻活检，会将冷冻探针的尖端冷冻在支气管系统中的目标组织上。在达到所需冷冻时间后，将冷冻探针连同支气管镜一起突然回拉。活检与细胞连接分离，可以与探针和支气管镜一起被取出。所述冷冻时间可在 2 至 5 秒钟之间变化。^{3,19}

重要的技术提示：

一旦通过脚踏开关停止激活状态，ERBECRYO® 2 中的冷冻过程就会中断。因此请注意，ERBECRYO® 2 须一直保持激活状态，直至从患者体内取出活检材料。

在冷冻探针尖解冻后，例如在生理盐水中，小心分离活检材料。然后，可以将冷冻探针从工作通道中取出，放回到手术地点处。在中央气道中，可以目视跟踪和检查冷冻过程。³

临床结果

相对于常规的机械活检钳，冷冻活检的临床结果通常更好。在分析研究中，冷冻活检优于钳夹活检。¹⁶

这种优势表现在诊断价值上。支气管内钳夹活检的价值在 59.9% 与 85.1% 之间变化，而支气管内冷冻活检的价值介于 81.4% 与 100% 之间。¹⁶

这种优势主要体现在于：^{3,16}

- ☑ 活检材料更大
- ☑ 没有瘀伤伪影或很小
- ☑ 切线方向的应用¹⁶



通过掘进软管进行的支气管内冷冻活检

安全性

支气管内冷冻活检的记述并发症是出血。冷冻活检中重度出血的出血率在 0.3% 至 18.2%¹⁶之间变化，与钳夹活检相比，在重度出血方面没有显著差异。而考虑轻度和中度出血时，支气管内冷冻活检的出血率要比钳夹活检高。³

带鞘管的冷冻探针有助于安全使用。利用该系统可以通过支气管镜的工作通道提取活检，在此期间，支气管镜会留在靶区中。由此，支气管镜检查者就可以在使用期间目视检查手术区。²⁰



支气管内冷冻活检的价值介于¹⁶
81.4–100%

应用



X 射线检查下的经支气管冷冻活检

经支气管冷冻活检

与支气管内冷冻活检一样，经支气管冷冻活检也是一种目前公认的诊断程序。关于该主题的 160 多篇出版物(截止 2018 年 11 月)展现了该应用的高水平科学作用。经支气管冷冻活检主要被用于，诊断间质性肺病和周边圆形病灶。¹⁶

技术

将会用不同的方式记述在肺周边进行的经支气管冷冻活检。在此所述的操作方式面向 Hetzel 等人(2018 年)²¹: „Transbronchial Cryobiopsies for the Diagnosis of Diffuse Parenchymal Lung Diseases: Expert Statement from the Cryobiopsy Working Group on Safety and Utility and a Call for Standardization of the Procedure “.

建议在全身麻醉或深度镇静的状态下对插管患者进行经支气管冷冻活检 - 可以进行自主呼吸和通气。

冷冻探针应尽可能靠近胸膜脏层放置，但距离不得小于一厘米，否则会增加气胸风险。应当避免在肺中间三分之一区域内进行经支气管冷冻活检，因为由此会增加未受保护的、中型血管的出血风险。为了更佳定位，应当在 X 射线检查下进行活检，为此，请将冷冻探针小心推进至胸膜脏层处，然后回拉一厘米。

为了在出血时拥有尽可能多的抽吸容量，建议使用治疗型支气管镜进行工作。另外，因为支气管镜中的阻力低，它还允许更加小心地定位冷冻探针。

将会记述 1.9 mm 以及 2.4 mm 粗探针的使用。基于不同的变量，必须个性化地调整冷冻时间，但在使用二氧化碳时需遵守以下规定：1.9 mm，7 秒钟；2.4 mm，5 秒钟。

针对 ILD 诊断所需的最佳活检次数没有准确建议，但在多数的研究中记述了 3-5 次活检。另外还指出，当从不同部分提取活检时，可

以增加对于 DPLD(弥漫性实质性肺疾病)的诊断价值。

为了提高应用安全性，作者建议在活检提取部分中预防性使用 Fogarty 导管。尤其在柔性插管法中，因为还有可能无法足够快速地进行填塞。

另外，还建议在检查后进行一次 X 射线检查，以发现可能的气胸。²¹

经支气管冷冻活检在 IPF 中的价值为²²

80%

临床结果

研究表明，经支气管冷冻活检比经支气管钳夹活检的面积更大，质量更好。既适用于间质性肺病也适用于肺圆形病灶诊断中的周边活检。¹⁶

间质性肺病的诊断是经支气管冷冻活检最常见的应用。在 Hetzel 等人的 DPLD 分析研究中，其诊断价值介于 50.6% 与 100% 之间。²¹相比较而言，钳夹活检在相关研究中的诊断价值介于 25% 与 65% 之间。

在 2018 年发布的 ATS 导则中，作者针对间质性肺纤维化诊断中的钳夹活检记述了一个 36.1% 的诊断率。而经支气管冷冻活检的价值为 80%，按作者的说法，由此就可以在 80% 的情况中避免外科活检。作者证明，与外科活检相比，冷冻活检的呼吸道感染率更低并且程序性死亡率也趋向于更低。²²

与钳夹活检一样，既不建议也不拒绝将冷冻活检用于 IPF 的诊断。Raghu 等人针对 ILD 患者的外科肺部活检记述了一个 89% 的价值(最终诊断)。²²

安全性

经支气管冷冻活检的记述并发症是气胸和出血。

出现概率波动很大，Hetzel 等人(2018 年)²¹针对气胸、大出血和死亡率给出了以下说明：在分析数据中，在 0-26% 的情况中会出现气胸。²¹

其他分析显示一个 13.4% 的平均值。²²

Casoni 等人记述了一个 28% 的气胸率。为了解释，作者引用了患者集群和一个学习曲线。²³在多次试验研究中，大出血概率在 0.7%²²与 4.3% 之间变化(48/1130)。²¹用 0.2% 记述使用死亡率 [Raghu 等人(1/427)/ Hetzel 等人(1/513)]。^{21, 22}

另外，Raghu 等人还记述了试验情况下的感染率为 0.7%。²²

如果存在一份包含 UIP 样本的高分辨率 CT，那么同外科活检和钳夹活检一样，在对预计患有特发性肺纤维化的患者进行诊断时，Raghu 等人不建议使用经支气管冷冻活检。²²

原则上，经支气管冷冻活检属于安全、有效的方法。¹⁶

应用



外生性肿瘤的冷冻再通术

外生性肿瘤的冷冻再通术

在冷冻再通术中，使用冷冻粘附术将目标组织冷冻在软性冷冻探针上，然后将其连同支气管镜一起取出。在此，相关研究记述了良性肿瘤和恶性肿瘤的再通。¹⁶ 冷冻再通术的适应症为外生性腔内狭窄或混合型狭窄，与支架组合使用可能更为有益。²

技术

记述了采用硬性和软性插管的冷冻再通术。

Schumann 等人(2010 年)针对冷冻再通术记述了以下操作方式：²

1. 将冷冻探针插入到软性或硬性支气管镜中
2. 将探针尖安放在肿瘤上或者小心压入到肿瘤中
3. 冷冻过程开始，继续 3-5 秒钟
4. 将支气管镜连同冷冻探针和肿瘤或肿瘤部分一起突然回拉
5. 在水中溶解带有提取组织的冷冻探针尖
6. 重复应用，直至去除外生性肿瘤并重新打开支气管
7. 可以使用支架植入术或用于止血的 APC 应用

可能的学习效应会提高成功率。²

临床结果

恶性肿瘤的再通成功率最高可达 91.1 %²，其他研究报告为 72.5 % 和 83 %。^{16,24,25}

针对已执行的应用，如果在一个疗程中直接治疗成功，则将再通手术记述为成功。¹⁶

再通肿瘤包括腺癌、腺细胞癌、鳞状细胞癌、错构瘤、非小细胞癌、小细胞癌、宫颈癌支气管转移、肾细胞癌转移、结肠癌转移、支气管类癌、恶性淋巴瘤。^{2,24,25}

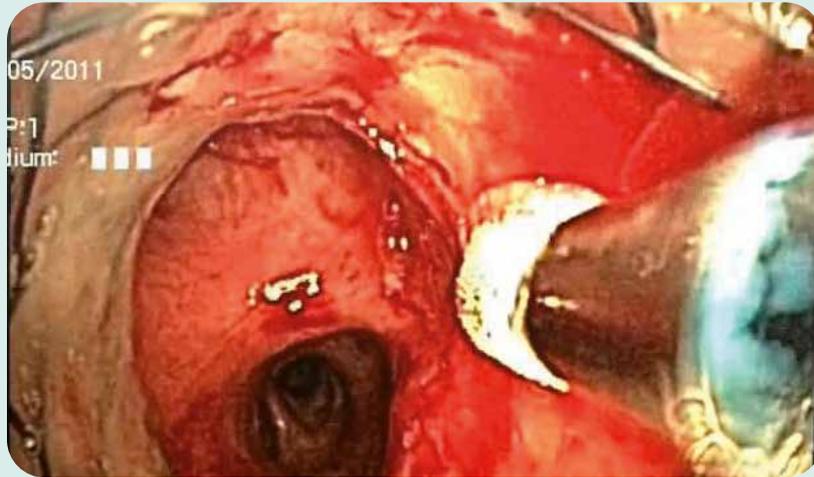
安全性

并发症为出血，可以通过保守方法或氩等离子体凝固术来治疗。¹⁶ 出血率为 12 %，其中轻度出血率为 4 %，中度出血率为 8 %。另外，作者还报告了膜囊膜穿孔，可通过施用抗生素加以控制。¹⁶

Hetzel 等人建议，在出血时可选用硬性插管。

Yilmaz 等人记述的恢复率为 12.8 %。²⁴

相对于其他方法例如激光，冷冻再通术的主要优势在于，无需减小氧气，因此没有缺氧风险。²⁴



支架附近的冷冻灭活

冷冻灭活

第一次冷冻灭活术是由 19 世纪的 James Arnott(1797–1883) 结合冰和盐进行的。自那时以来，冷冻失活术获得进一步发展，目前被广泛应用于医学中的各种适应症。⁸

软性冷冻探针适用于肺肿瘤的组织失活。与 APC、激光和电外科不同，冷冻失活术仅具有很小的即时效应。在几小时或几天后才会出现最大效应。²⁶

冷冻失活术具有各种不同的优点。即使在氧气浓度高于 40 %^{32,27,35,40} 时也可以安全使用，对支气管壁的损伤有限并且在局部麻醉下疼痛感较轻。²⁶

另外，冷冻敏感组织还包括皮肤、神经、内皮、肉芽组织和粘膜。抗冷冻组织包括结缔组织、纤维化组织、神经鞘、脂肪和软骨。^{26,11} 凭借支气管壁中的抗冷冻部分，冷冻失活术几乎不会导致穿孔风险。¹¹

技术

由 Lee 等人记述的使用方式，会在 1 分钟一到三个冷冻和融解循环到每 3 分钟两个激活循环之间的变化。¹¹

其他作者记述了每 20 至 60 秒钟三个循环(含被动融解过程)的工作方式。^{9,10} 根据不同的参考源，冷冻敏感度取决于组织，因此须根据组织类型定义专门的冷冻应用参数。⁸

失活的组织会在手术后几天内被咳出或者在另外一次支气管镜检查中被机械取出，例如使用软性钳。^{10,16}

临床结果

在 Lee 等人于 2011 年的评论中，研究了冷冻疗法在支气管内肿瘤中的安全性和有效性。总计有 16 份出版物被纳入到系统评价中。治疗的适应症包括肺癌、类癌、良性肿瘤、淋巴瘤和黑色素瘤。多数接受治疗的患者无法手术。借助冷冻失活术进行再通的平均成功率为 80 %。¹¹

安全性

并发症包括出血、发热、纵隔气肿、气胸和心房颤动。它们根据出版物而有所不同，在 10 多项试验研究中被报告为 11.1%。在 5 项研究中，30 天的死亡率为 7.1 %。但需要考虑到，大多数死亡情况很有可能不是因为冷冻技术，而是因为病情发展。复发率介于 11.1 %(2 年后)与 28 %(13-45 个月)之间。¹¹

Lee 等人的综合结论为：对于支气管内肿瘤来说，冷冻疗法是一种安全、有效的治疗方法。支气管阻塞患者的症状和肺功能及表现可以得到改善，尤其是在不能手术的情况下。

不同参考源指出，因冷冻失活术具有延迟效应，所以并不适于患有危及生命的呼吸道阻塞的患者。^{11,27}

应用



去除分泌粘液

异物、血凝块和粘液栓的去除

通过冷冻粘附可以让异物、血凝块和粘液栓冷冻在冷冻探针上，然后将其与支气管镜一起取出。^{16,26,7,28,30} 在使用冷冻粘附时还要注意，潮湿材料比干燥材料更加容易掘出。¹⁶在此可能有助于润湿待取出的材料，以增强粘附力。

技术

对于异物、血凝块和粘液栓来说，该应用与其他的冷冻提取术如活检或再通类似。使用冷冻粘附进行提取，将支气管镜连同冷冻探针和目标一起取出。冷冻时间的波动相对较强，针对异物介于 3 至 5 秒钟之间。^{4,7} 对于血凝块来说，要求更长的冷冻时间 - 10 到 15 秒钟。²⁹

临床结果

Ex-vivo 试验表明，冷冻提取术适用于：

- ☑ 有机材料，例如鸡骨头和鱼刺
- ☑ 菜豆和豌豆
- ☑ 药片
- ☑ 无机材料，例如发夹、短针和纸夹⁷

In-vivo 出版物记述了成功的掘出案例：

- ☑ 玩具
- ☑ 牙齿
- ☑ 口香糖。¹⁶

Sriratanaviriyakul 记述了，在 84.2 % 的情况中实现了成功提取： 24/26 血凝块(92%)，粘液栓 4/6(66.67%)，异物 2/4(50%)和整形支气管炎 2/2(100%)。¹⁶

安全性

研究表明，用软性冷冻探针去除成人体内的异物是可行并且安全的。¹⁶

由于高并发症发生率，对儿童体内的异物施用冷冻提取术有待商榷。在 Zhang 等人的研究中发现，在一个包含 12 名患者的患者组中，出血率为 25%，形成肉芽组织的机率为 17%。Hammer 等人参考了刚性插管术以及通过 ATS 和 ERS 去除儿童体内异物的相关建议，并且强调了其重要性。作者得出结论：结合机械方法的刚性技术最为适用于儿童体内的异物掘出。³¹





介入呼吸病学中电外科的适应症为，例如恶性呼吸道肿瘤的缓和治疗或良性呼吸道阻塞的治疗。²⁶

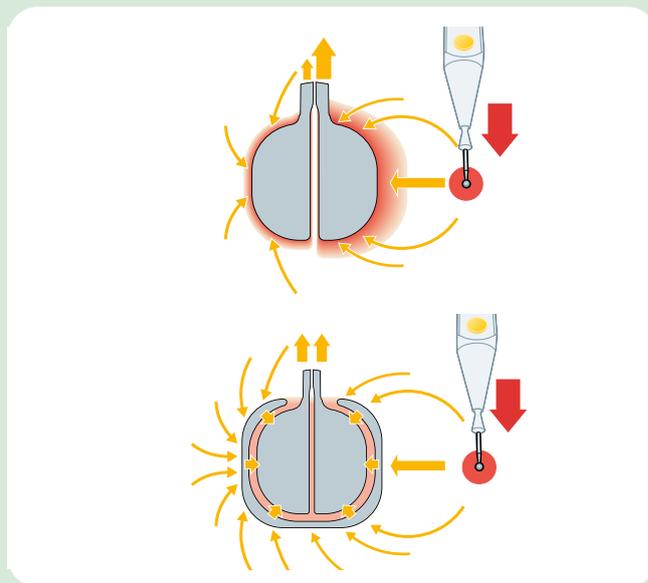
支气管镜检查中电烙术的使用首先由 Gilfoy(1932 年)记述。³²随着软性单极技术的发展，自 80 年代以来，电外科越来越多地被讨论用于介入呼吸病学。越来越受欢迎也可归因于良好的可用性和相对低的成本。²⁶

本章节描述了应用器械需与目标组织直接接触的接触式方法。在下一章节中会详细描述氩等离子电凝(APC)的电外科非接触式方法。

电外科手术



单极电外科中的电路



↑ 错误放置常规中性电极时 OP 对面边缘上的高电流密度

↓ 在可以不用考虑方向进行放置的 Erbe NESSY® Ω 中，没有局部加热的电流分配

电外科技术

单极技术

在单极电外科中，电流(I)在一个封闭回路中流通，从仪器流向器械，经过患者身体流向中性电极(NE)，然后从此处再流回到仪器中。在单极器械与目标组织的接触部位上形成组织效果。这个非常小的接触面会导致非常高的电流密度，反过来生成所需的热力组织效果。根据发生器上的设置，由此可以实现例如电切或电凝效果。为了引走电流，需要将第二个电极 - 大面积中性电极(NE)安放在患者皮肤的合适部位上。因为电流密度低，所以大的中性电极表面上的加热现象没有危险。

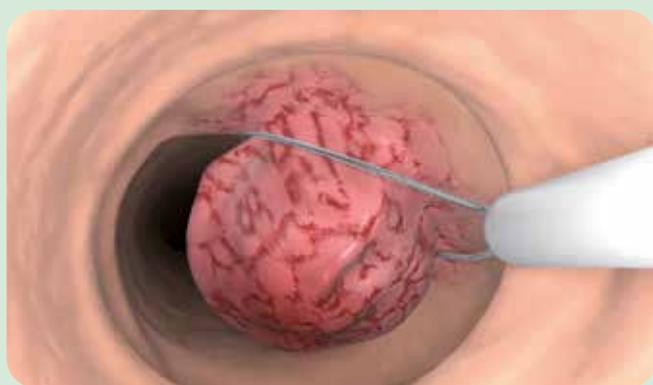
单极电外科适用于恶性或良性疾病。³³

电外科的组织效果

单极技术的两个电外科组织效果分别为电切和电凝。术语已国际标准化，在可用的电外科仪器中会统一使用。用黄色激活元件(例如脚踏开关)表示电切，用蓝色表示电凝。



电凝



电切

电凝

利用电凝电流可以止血，让组织失活以及让肿瘤再通。

在转换组织中的电能时，会形成热量。从 50°C 至 60°C 的温度起，细胞损伤已经不可逆。蛋白质的变性和结缔组织的加热会导致收缩效应，而组织的脱水和组织液的蒸发会进一步加剧这种效应。³³

根据发生器上的设置，会得到不同的组织效果。

电切

在电切模式下形成的温度约为 100°C 或更高。细胞内和细胞外液体快速蒸发，使细胞膜以及细胞连接被撕裂，由此可分割或切割组织。³⁴从 200 V 的电压起，在电极与组织之间会点燃火花，由此可以在没有较大组织阻力的情况下进行电切。根据发生器上的设置，可以使用具备不同特性的电切电流。为此，请阅读章节“电外科模式”。



根据国际标准，黄色代表电切，蓝色代表电凝

根据达到的温度，电流引起的组织加热会导致不同的组织效果。

加热对于生物组织的影响

无

37-40°C

过热

开始的组织损伤，形成水肿，根据应用时长，组织可能恢复或死亡(失活)

从 ~ 40°C
起

失活

细胞，变性导致结缔组织收缩并伴随止血

从 ~ 60°C 起

电凝/干燥

组织液蒸发，根据蒸发速度：
□ 通过干燥(脱水)让组织收缩以及减小肿瘤
或
□ 通过机械撕裂组织进行切割

~ 100°C

碳化

组织燃烧并变黑

从 ~ 150°C 起

汽化

组织因非常强的加热而蒸发

从 ~ 300°C 起

电外科的电切和电凝模式

针对介入呼吸病学的柔性单极器械，电外科仪器具有不同的模式。我们会在下文中描述我们电外科仪器 VIO® 3 上与介入呼吸病学相关的模式。

电切模式 endoCUT®

endoCUT® 电切模式将切割分为电切和电凝间隔。由此，在每次切割时和每次切割后进行组织电凝。为了在支气管镜切割时减少出血，可以个性化地调整电切和电凝循环。

在 endoCUT® 模式中可以进行的可能设置，如下所述：

效果：效果等级控制着切割循环之间的电凝。因此，高效果等级(例如效果 3)所生成的电凝要强于低效果等级，例如效果 1。

切割持续时间：切割持续时间定义了每个切割循环中所进行的切割的长度。切割持续时间 3 所生成的切割长度要大于切割持续时间 1。

切割间隔：切割间隔会调节单位时间内的切割频率。间隔设置越高，单位时间内的切割也就越频繁。

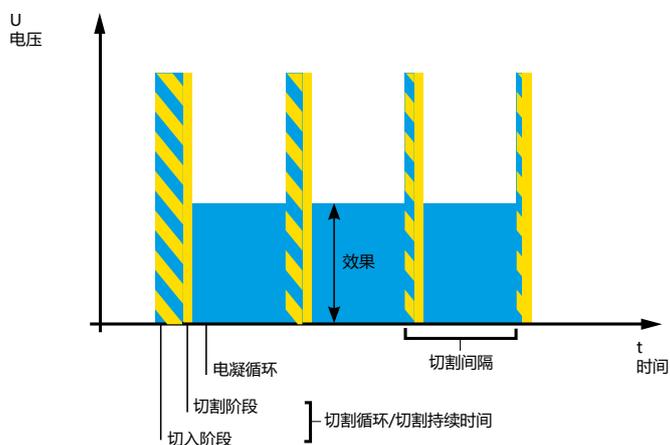
endoCUT® Q



endoCUT® Q 既适合使用软性套索也适合使用软性针刀。为在切割时生成尽可能高的止血效果，该模式具有一个高电压。⁴² 因此，它适用于需要尽可能大的止血效果的应用。

endoCUT® I

endoCUT® I 的工作原理与 endoCUT® Q 类似，但 endoCUT® I 具有略低的电压，因此止血效果也略微降低。⁴² 切割时，侧面组织损伤更小。



包含效果、切割持续时间和切割间隔的
endoCUT® Q 切割曲线

电凝模式

电凝模式使用单极钳或电凝探针进行。与电切模式相同，该模式同样要求应用元件直接接触靶组织。因此，在应用期间需要耗费更多精力进行清洁并且在出血时可能会丧失效应。³² APC 等非接触式方法的优点在于，器械不会粘附和粘附在靶组织上。

softCOAG®



softCOAG® 适用于小出血的电凝，应用时间最长为 1 到 2 秒钟。另外，该模式还被用于治疗呼吸道狭窄。softCOAG® 允许缓慢、深度电凝和失活，不会出现组织碳化并形成火花。减小了器械的粘附。一旦成功完成电凝和干燥，可激活的自动停止功能就会进行自动关断。⁴²

forcedCOAG®



forcedCOAG® 适用于例如外生性肿瘤的减小。这种电凝模式可通过中等的热力渗入深度实现快速、有效的电凝。但形成的火花可能导致附着效应增加。

softCOAG® 与 forcedCOAG® 之间的差别

softCOAG® 与 forcedCOAG® 的区别在于其组织效果。softCOAG® 模式可进行缓慢电凝，深度作用更大，干燥特性很小。而 forcedCOAG® 恰恰相反：快速电凝伴随着良好的干燥特性，并且深度作用很小。

forcedCOAG® 的渗透深度很小，非接触式方法“氩等离子电凝”适合作为其备选。在此可以避免粘附影响。



COAG 模式的特性

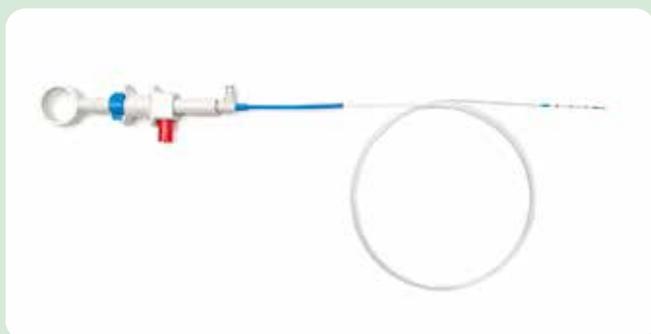
软性电外科器械



息肉切除套索, © medwork



单极钳



针刀

套索

包含套索的电外科切除术适用于外生性带蒂病变。³⁵ 对于该应用来说, endoCUT® Q 模式的电切 - 电凝效果是一个优势。可以对切除的组织进行组织学评估。

针刀

针刀适用于例如良性纤维化网状狭窄的切除。^{35,44} 该器械实现了 endoCUT® 的分步切割。

单极钳

单极钳例如可以使用 softCOAG® 或 forcedCOAG® 模式进行电凝止血。

另外一种可能的应用是所谓的“热活检”, 在该应用中, 使用电凝电流去除组织, 由此避免可能的出血现象。³⁵

电凝探针

软性电凝探针适用于使用 softCOAG® 和 forcedCOAG® 模式的接触电凝。根据选择的模式, 可以调整渗入深度和电凝速度。



呼吸病学中的电外科应用

软性单极器械允许借助电外科进行肿瘤再通和止血。

肿瘤再通

电外科的适应症为治疗支气管内恶性或良性肿瘤或者插管后狭窄。²⁷ “电外科”作为总称，适合使用各种不同的单极器械。

与冷冻失活术、光动态治疗或短程治疗相比，通过电外科可以生成一个即时效果，由此重新打开呼吸道。³⁶ 电外科禁止被用于呼吸道的外部压缩。²⁶

套索

单极套索尤其适用于带蒂肿瘤。围绕肿瘤放置套索后，可借助电凝电流将其与基底分离。^{32,33} 为避免无电凝的纯机械切除，在切除时不应快速闭合套索。³³ 出血时，可以利用套索和一种电凝模式重新封闭出血部位。³⁵ 由此可以在没有损伤的情况下取出大部分组织，并接着将其用于病理学检查。³²

针刀

针对单极针刀适合使用电切模式例如 endoCUT[®]，该模式还会提供额外的电凝。这种器械适用于环绕封闭呼吸道的网状狭窄。利用针刀可以切除这种狭窄并接着用气囊进行扩张。^{35,44} 使用针刀时须小心工作，因为它可能切开支气管壁和软骨。³⁵ endoCUT[®] 模式允许逐步操作，在操作期间仅会激活一个按键并且在每个步骤之间都会生成电凝电流。Amat 等人所使用的 endoCUT[®] I 的设置：效果 1，切割持续时间 3，切割间隔 3。

电凝探针和单极钳

例如，可以使用电凝探针或单极钳让呼吸道狭窄失活。³⁵

通过电凝探针或单极钳进行接触后，使用一个柔和的电凝电流。Tremblay 等人记述了自动停止功能的优点，该功能会报告，已成功完成电凝。没有自动停止时，通过肿瘤变白报告已成功失活。从基部向上以及从近端到远端进行病变的治疗。然后，通过手术钳或借助刚性支气管镜去除失活的组织。

在应用期间，应定期清洁电凝器械，以保持导电性。³⁵ 使用电凝探针工作时，建议在支气管壁附近加倍小心，以防损伤呼吸道壁和其中的软骨。为了避免并发症，建议详细了解周围的血管。³⁵

临床结果

在不同的出版物中记述了，软性电凝器械对于呼吸道闭合患者是有效的³⁵：

- ☑ Sutedja 等人记述了，在 70 % 的情况中借助电凝探针实现了成功再通。³⁷
- ☑ Tremblay 等人总结了，将上述电外科器械用于恶性呼吸道狭窄时的更多结果。这些结果显示，在 53 % 至 100 % 的情况中成功治疗了恶性呼吸道狭窄。^{35,26}
- ☑ 其他作者报告了 70 % 至 80 %。³⁶

止血

电外科在肺部出血时允许快速止血。^{35,38,36} 电凝器械与目标组织直接接触，因此，在激活后可用 softCOAG[®] 或 forcedCOAG[®] 模式在几秒钟内完成止血。

安全性

在电外科应用中，很少出现直接相关的并发症。^{35,26} 它们包含氧气浓度超过 40 % 时的气管着火以及电外科联合放射治疗后的呼吸道穿孔。此外，还可能出现出血、肺炎、心肌梗塞、中风和缺氧等并发症。^{35,32,26} Tremblay 等人指出，由于研究次数较少，很难评估重要并发症的准确频率。如果患者选择正确并且在应用期间注意相关细节，那么预计出现并发症的概率会低于 5 %。³⁵ Folch 等人预计，显著出血的风险为 2-5 %。²⁶

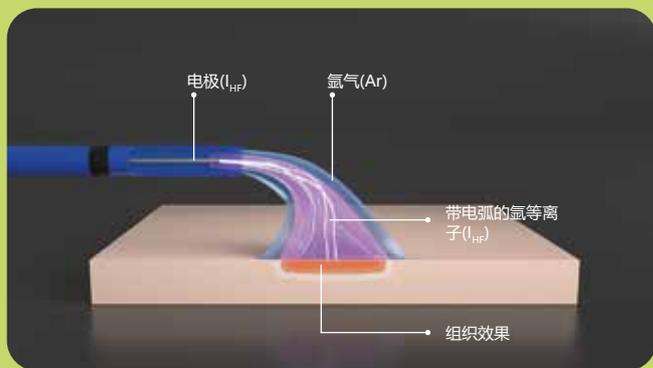
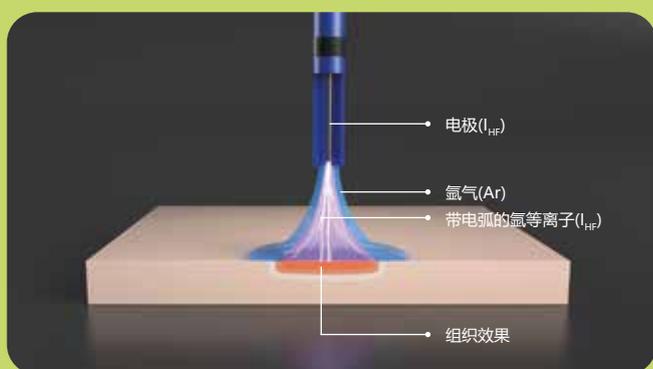
对比激光疗法

在肺部使用电外科时的适应症与激光疗法相同，包含恶性和良性呼吸道狭窄的缓和治疗。^{26,36,32,27} 在此，作者强调了成本更低的电外科。Tremblay 等人还补充了其他优点，例如无需安全措施、呼吸道穿孔概率更低以及学习曲线更陡。³⁵

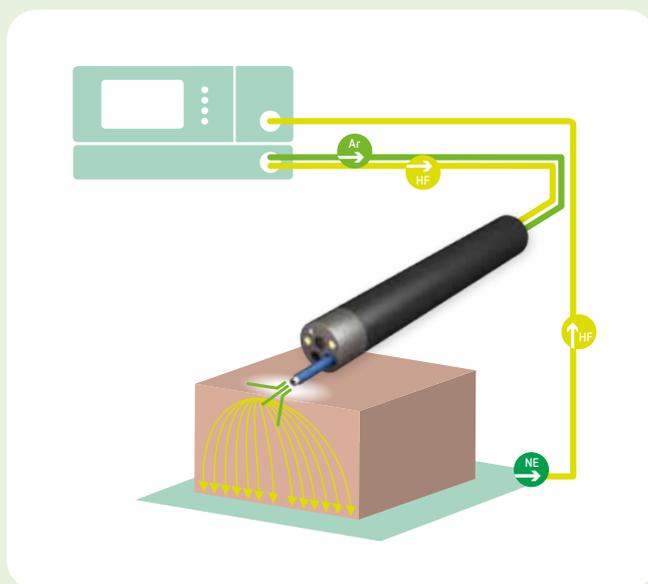
尽管没有随机研究，但多个作者报告了与电外科类似的结果。^{35,38} Bollinger 等人记述了与 Nd-YAG 激光类似的电外科接触式应用，并强调了易学习的原理和更加简单的电外科应用。³⁶

氩气等离子体凝固术

氩等离子体凝固术(APC)在肺部的应用有良性与恶性组织变化的电凝以及组织失活和止血。氩等离子体电凝是单极电外科的一项扩展应用。在此，通过离子化氩气(等离子)将电流传输到目标组织上。APC 通过这种方式实现无接触的组织电凝和止血。^{39,36,27,26,33,35,38,32}



氩等离子体凝固术的正面和侧面应用



单极 APC 技术中的电路

氩等离子体凝固术的技术

同单极电外科一样，在 APC 应用中，电流(I)也是在一个封闭的循环中流通：从仪器到器械，通过患者身体流向中性电极(NE)，然后再从此处流回到仪器中。在氩等离子体凝固术中，无接触传输电流。为此，来自 APC 仪器的氩气(Ar)通过软性探针被引导到探针尖端，从此处流出，流到目标区中。电流(I)的传输通过一根金属丝进行，该金属丝在探针内部延伸，将电流从发生器输送到探针尖端上。在大约 4000 V 的电压下，氩气被离子化。将会形成一个导电等离子，通过该导电等离子将电流从探针中导体的尖端传输至靶组织。该传输过程以电弧形式进行，根据设置，电弧的有效距离最高可达 10 mm。³⁹ 该电弧按阻力最小的原则被传输到最为靠近 APC 探针尖的位置。不管组织位于电极之前还是侧部以及不管氩气束的流通方向如何。由此用 APC 实现侧部应用。^{26,40}

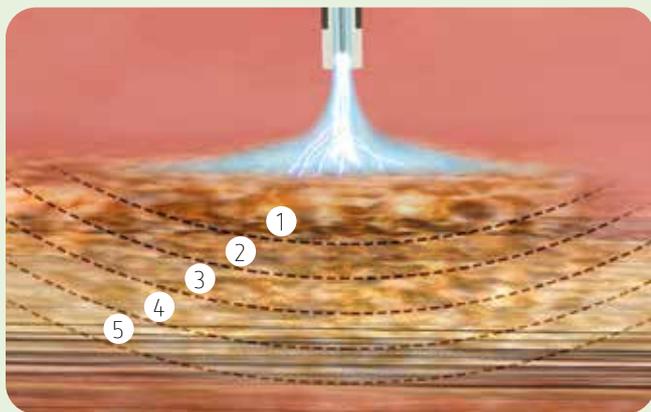
APC 的组织效果

与接触电凝一样，氩等离子体凝固术会通过单极电流加热靶组织。但 APC 作为非接触式方法，其渗入深度要比 softCOAG[®] 电凝更小，因为组织脱水(干燥)在一定程度上会限制效果。³²

热力效果区

根据影响因素的不同，会形成以下在深度方向上径向扩展的热力效果区：

1. **汽化**：组织因非常强的加热而蒸发。
2. **碳化**：组织燃烧并变黑。
3. **电凝/干燥**：APC 突出的干燥效应会引起组织收缩，这有助于直接减小肿瘤。
4. **失活**：细胞在更高温度下失活，并伴随因蛋白质变性而止血。
5. **超高温**：根据应用时长，组织可能恢复或死亡(失活)。



影响组织效果的因素

以下主要因素会影响 APC 电凝。它们按重要性排列：⁴¹

1. 应用持续时间(尤其在静态应用中)：

组织脱水(干燥)以及降低的导电性导致了 APC 的自限性效果。但在长的应用持续时间下，也可以实现更大的渗入深度。适用：APC 的应用时间越长，在靶组织中的作用深度就越大。出于该原因，我们建议以较短的激活时间开始，在观察下逐步提高持续时间，直至达到所需的组织效果。

2. 功率限制/效果等级：

应当根据待治疗病变的位置和尺寸(直径、深度、高度)在高频发生器上设置功率限制。低功率限制(例如 20 瓦/效果 2)适用于表面小型病变。中等功率限制(例如 30-40 瓦/效果 3-4)最为适用于肿瘤失活或减小，以及止血。高功率限制(例如 50 瓦/效果 5)尤其适用于肿瘤的缓和和治疗，例如用于较大外生性肿瘤的肿瘤失活以及狭窄再通。

3. 探针与靶组织之间的距离

组织效果随探针距离的增大而降低，并且还会断火。请注意，电凝方向是由氩气流的方向以及喷嘴与组织之间的最短距离决定的。³⁹

4. 静态和动态应用

在较长时间的静态 APC 应用中，深度作用急剧增加。应用时间过长时，组织可能碳化和穿孔。因此，在表面病变的静态应用中，我们建议 1 至 2 秒钟的短激活时间。在动态应用中，应当在观察下将 APC 探针以缓慢、可控的运动(笔画形式)引到靶组织上方。

5. APC 模式

根据设置的 APC 模式(参见下述)，可以生成不同的组织效果。它们的特征在于，具有不同的深度作用以及不同的电凝和干燥速度。

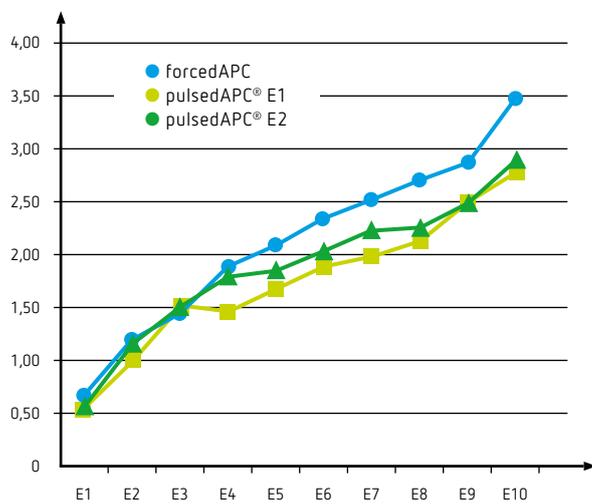
APC 模式

根据电流的调制，可以生成不同的 APC 模式。它们的区别在于外观，可以根据工作方式和所需的组织效果进行使用。⁴¹

APC 模式的差别

原则上适用：pulsedAPC® 效果 1 和 2 以及相同效果设置下的 forcedAPC，在单位时间内的能量注入相差无几。因此，在同一地点处以及在相同效果设置下的静态应用中，在单位时间内形成电凝深度是相同的。

但是，不同的调制和 pulsedAPC® 中的脉冲会产生不同的组织效果，这在动态应用中可以通过不同的方式来使用。因此，pulsedAPC® 效果 1 适合逐步操作，而 pulsedAPC® 效果 2 和 forcedAPC 允许连续的工作方式。



5 秒钟的应用时间内相对于效果设置(x 轴)的电凝深度(y 轴, 单位: mm)

forcedAPC



这种适用于氩等离子体凝固术的模式会将电能持续传输到靶组织上。在此，电流会导致有效的电凝并伴随组织干燥。通过组织的快速脱水减小深度作用。

pulsedAPC®



该 APC 模式通过氩气束的脉冲开/关激活来传输电能。

pulsedAPC® 可在缓慢(效果 1)和快速(效果 2)的模式中使用。

- ☑ pulsedAPC®, 效果 1: 每个脉冲注入高能量, 脉冲暂停较长
- ☑ pulsedAPC®, 效果 2: 脉冲频率更高, 每个脉冲注入的能量较少

两种模式下随时间的平均能量注入是相同的。

APC 探针

FIAPC® 探针

APC 探针由一根细软管构成，这根细软管会被插入穿过软性支气管镜的工作通道。在软管内部有一根金属丝，这根金属丝用于将电流引导至探针尖处，而在探针尖中有一个结实耐用的钨电极。激活时，氩气从探针尖中流出，在高电压下形成用来生成组织效果的等离子。³⁹ Erbe 公司用于介入性肺病学的 FiAPC® 探针具有 1.5 mm 或 2.3 mm 的探针直径，可以在观察下被用于中央肺部区域。探针是柔性的，具有直喷、侧喷或环喷的出口形状(参见下述)。

直喷探针是可通用的，具有 1.5 和 2.3 mm 的尺寸规格。这种探针允许被用于许多情况，尤其适合直向应用。

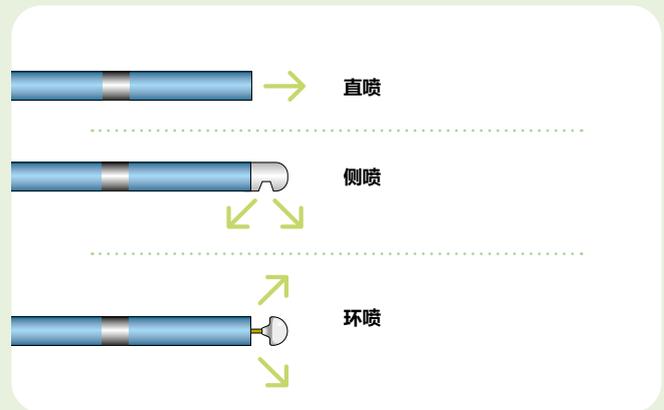
侧喷款式的尺寸为 2.3 mm，可以准确工作，工作时只能在侧部开口上释放氩气束。

环喷形状尤其适用于侧向应用。在应用中，通过陶瓷头保护探针之前的组织。

上述模式 pulsedAPC® 或 forcedAPC 可被选择用于不同的应用，例如止血、失活或再通。



FiAPC® 电极



出口形状

APC 应用



止血

止血

自 1991 年以来，APC 越来越多地被用于在胃肠道软镜检查中进行止血。³⁹ 除了肠胃病学中的应用外，APC 还被用于为治疗胃肠道出血而进行的柔性支气管镜检查。^{39,36,27,26,33,35,38,32} 某些作者将止血看作肺部柔性 APC 应用最好的适应症³⁵，而其他作者将其看作一个可选方法。³⁹

技术

APC 作为非接触式方法，可以通过用等离子对所需区域进行电凝来实现止血效果。在止血时以及其他的 APC 应用中都须注意，电凝方向是由氩气流的方向以及喷嘴与组织之间的最短距离决定的。³⁹

临床结果

咳血治疗和肿瘤止血被记述为有效并且安全的。^{35,39,40} Reichle 等人记述了，在 119 名患者中有 118 名患者被成功止血，不管是采用柔性还是刚性技术。³⁹ Morice 等人在一个包含 56 名患者的患者组中以 100 % 的止血成功率治疗了咳血病症。患者选择的成功因素：出血部位应当位于中央的、可用支气管镜够到的肺部区域。⁴⁰



再通

再通

借助柔性 APC 应用可以对支气管内的恶性与良性肿瘤进行再通。记述的更多应用：

- ☑ 闭塞支架的再通
- ☑ 在纤维蛋白粘附之前进行痰管调理治疗
- ☑ 去除肉芽组织
- ☑ 治疗有疤狭窄

技术

除了用于组织干燥的 APC 特性外，还记述了与机械切除相组合的 APC 再通术。^{39,40} 为了首先让肿瘤失活，在此会使用最大 3 mm 的 APC 渗入深度。另外，突出的干燥效应还会引起组织收缩，这有助于直接减小肿瘤。对于支气管肿瘤来说，减小率最高可到 50 %。应用时间为 5 秒钟。³⁹

Reichle 等人记述了记述了大多数采用刚性插管术的、包含喷射通气和柔性支气管镜检查的应用。成功切除后，借助刚性支气管镜或利用一把手术钳去除失活⁴⁰的组织。去除失活的组织层后，重新执行工作步骤。APC 同样适合在应用期间进行止血。另外，还记述了采用柔性插管术的应用。^{39,40}

根据情况，在 1-3 天后可能需要重复一次支气管镜检查，以便去除坏死组织或纤维蛋白斑。还会记述 3 个月后的对照性支气管镜检查。^{39,40}

临床结果

试验数据显示，通过上述技术可以在 67 % 的情况下实现成功完全再通，另外还能在 29 % 的情况下略微重新打开呼吸道。³⁹ 其他数据显示，在 98%(59/60)的情况下可以改善再通后的症状。⁴⁰

APC 与其他方法的对比

与电外科接触电凝对比

与电外科单极接触电凝相比，使用 APC 时的出血风险较低并且在对比较大面积进行失活时更加省时。⁴⁰
相对于接触式方法的优点还有，可以侧向和逆行使用 APC。²⁶

与激光对比

对于肿瘤切除来说，激光是一种标准方法。在再通术中，支气管内激光治疗的成功率为 75–92%。因此，使用激光和 APC 时的治疗结果相差无几。记述的激光缺点包含，成本高、具有位置依赖性、需要安全条件、止血效果有限并且有穿孔危险。³⁹ APC 的穿孔风险较低，因为升高的阻力会自动限制组织效果并且组织效果更加表面。³² 还会强调应用优势，例如止血特性更好³⁹或者可侧向和逆行使用。^{39,36,38,40} Ernst 等人提到，上肺叶和下肺叶的顶端部分尤其与这些应用优势相关。³⁸

失活和更多应用

APC 适用于不同病症的失活。^{36,45}

技术

借助 APC 切除后，用非接触式方法对靶组织进行电凝。

临床结果

记述了细胞层很少的表面鳞状细胞癌的治疗。作为优点，还能以很小的深度作用让较大区域快速失活。³⁶

另外还记述了多形性腺瘤的切除、支气管 - 食管瘘的闭合以及粘液表皮样癌中的应用。⁴⁵

Jin 等人(2013 年)记述了，怎样使用 APC 治疗肿瘤性支气管内结核。在结合化疗使用 APC 的对比组中，展现了比纯化疗更高的成功率。作者得出结论，APC 可加速肿瘤性支气管内结核的愈合，并在此背景下预防进行性支气管狭窄。记述的并发症包含喉痉挛、咳嗽和轻度出血。⁴⁶

安全性

用于再通的 APC 被评估为安全。^{39,40,45} 记述的并发症在无并发症⁴⁰到纵隔或皮肤气肿或者气胸穿孔和支气管内上火(没有创伤)以及壁坏死之间变化。³⁹

Reichle 等人指出，介入治疗成功与否并非取决于 APC 技术，而是取决于适应症是否正确。所有并发症的总结得出一个 3.7% 的比率。Reichle 等人中有两名患者(0.4%)在 24 小时内死亡，作者说明，这个死亡率不能直接归因于 APC。

针对止血和失活，

APC 属于安全的方法。^{35,39,40,45,46}

无法完全排除气体栓塞，因此，Reichle 等人列出了以下补充性预防措施：

- ☑ 氩气流量最小化，小于 1.5 l/min。(Erbe 注解：预设的气体流量明显更小，不应超过 1l/min)
- ☑ APC 的激活时间最长为 5 秒钟
- ☑ 控制或限制腔内压力(呼吸压力)
- ☑ 将血管直径限制在小于 3 mm
- ☑ 在可燃性材料(塑料支架)附近激活 APC 期间，中断富氧供应

另外还建议，在肺部使用单极技术期间关断氧气供应³⁹ 或将其减小至小于等于 40%。^{32,27,35,40}

关于 APC 和电外科安全使用的提示

中性电极

使用中性电极时，电极与患者的不完全接触或其定位错误会导致烧伤风险。

现代化的电外科仪器(例如 VIO® 3)可以结合双面中性电极确定，中性电极的定位是否正确。Erbe NESSY® 安全系统会通过持续对比两个中性电极面的电流检查电极的位置是否正确。差值太大时，会通过一个警告信号停止激活状态。另外，还有带等电位环(例如 NESSY® Ω)的中性电极，所述等电位环用于将电能均匀分配到中性电极上。为了在单极电外科中确保最高的安全性，我们建议使用 NESSY® Ω。

氧气浓度

单极技术可能的并发症是，因注入额外的氧气而导致肺内着火。^{26,27,32}

因此建议，在单极技术中关断氧气供应³⁹或将其减小至小于等于 40%。^{32,27,35,40}

有源植入物

单极电外科可能影响对电能敏感的心脏起搏器或其他有源植入物。^{26,27,35,42}

我们建议求助于医院的主管专业部门。^{35,42}

另外，在安放中性电极时还要注意，不要通过有源植入物引导泄漏电流。⁴²

氩气流量

在不同的专业文献中讨论了肺内的最大氩气流量。^{39,40} 因气体栓塞的可能并发症，我们建议尽可能小的氩气流量。³⁹

Erbe APC 探针的预设数值如下所述：

| 探针类型 | 预设的氩气流量 |
|---------------------------|-----------|
| 柔性探针, 直径 1.5 MM | 0.3 L/MIN |
| 柔性探针, 直径 2.3 MM | .8 L/MIN |
| 柔性探针, 直径 2.3 MM SIDE FIRE | 0.6 L/MIN |
| 柔性探针, 直径 2.3 MM 环形 | 0.8 L/MIN |

器械与支气管镜尖端之间的距离

在特定条件下，单极电流作用在支气管镜尖端上时，可能导致支气管镜出现热力损坏。因此建议，仅在探针从支气管镜中伸出至少一厘米 (Erbe 探针上的黑色标记)时才能激活探针。^{39,40}

参考文献

1. 一次性软性冷冻探针的开发文件: D144191
2. Schumann C, Hetzel M, Babiak AJ et al. Endobronchial tumor debulking with a flexible cryoprobe for immediate treatment of malignant stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010; 139: 997–1000
3. Hetzel J, Eberhardt R, Herth FJF et al. Cryobiopsy increases the diagnostic yield of endobronchial biopsy: a multicentre trial. *Eur Respir J* 2012; 39: 685–690
4. Schumann C, Kropf C, Rudiger S et al. Removal of an aspirated foreign body with a flexible cryoprobe. *Respir Care* 2010; 55: 1097–1099
5. Vergnon JM, Mathur PN. Cryotherapy for Endobronchial Disorders. *Interventional Bronchoscopy* 2000; 30: 133–145
6. 内部测试报告: D147560
7. Fruchter O, Kramer MR. Retrieval of various aspirated foreign bodies by flexible cryoprobe: in vitro feasibility study. *Clin Respir J* 2015; 9: 176–179
8. Cryoablation, Mechanisms and influencing factors (Dr. Christiane Nerz, 2018): D135896
9. Tomic R, Podgaetz E, Andrade RS et al. Cryotechnology in diagnosing and treating lung diseases. *J Bronchology Interv Pulmonol* 2015; 22: 76–84
10. Vergnon J-M, Huber RM, Moghissi K. Place of cryotherapy, brachytherapy and photodynamic therapy in therapeutic bronchoscopy of lung cancers. *Eur Respir J* 2006; 28: 200–218
11. Lee S-H, Choi W-J, Sung S-W et al. Endoscopic cryotherapy of lung and bronchial tumors: a systematic review. *Korean J Intern Med* 2011; 26: 137–144
12. 一次性柔性冷冻探针的使用提示: 30402-406
13. Babiak A, Hetzel J, Krishna G et al. Transbronchial cryobiopsy: a new tool for lung biopsies. *Respiration* 2009; 78: 203–208
14. Fruchter O, Fridel L, Rosengarten D et al. Transbronchial cryo-biopsy in lung transplantation patients: first report. *Respirology* 2013; 18: 669–673
15. Yarmus L, Akulian J, Gilbert C et al. Cryoprobe transbronchial lung biopsy in patients after lung transplantation: a pilot safety study. *Chest* 2013; 143: 621–626
16. 一次性柔性冷冻探针的临床评估: D104429
17. Aktas Z, Gunay E, Hoca NT et al. Endobronchial cryobiopsy or forceps biopsy for lung cancer diagnosis. *Ann Thorac Med* 2010; 5: 242–246
18. Chou C-L, Wang C-W, Lin S-M et al. Role of flexible bronchoscopic cryotechnology in diagnosing endobronchial masses. *Ann Thorac Surg* 2013; 95: 982–986
19. Jabari H, Sami R, Fakhri M et al. Different protocols for cryobiopsy versus forceps biopsy in diagnosis of patients with endobronchial tumors. *Pneumologia* 2012; 61: 230–233
20. 带有一次性柔性冷冻探针的 ERBECRYO® 2 的宣传册: 85402-000
21. Hetzel J, Maldonado F, Ravaglia C et al. Transbronchial Cryobiopsies for the Diagnosis of Diffuse Parenchymal Lung Diseases: Expert Statement from the Cryobiopsy Working Group on Safety and Utility and a Call for Standardization of the Procedure. *Respiration* 2018; 95: 188–200
22. Raghu G, Remy-Jardin M, Myers JL et al. Diagnosis of Idiopathic Pulmonary Fibrosis. An Official ATS/ERS/JRS/ALAT Clinical Practice Guideline. *Am J Respir Crit Care Med* 2018; 198: e44–e68
23. Casoni GL, Tomassetti S, Cavazza A et al. Transbronchial lung cryobiopsy in the diagnosis of fibrotic interstitial lung diseases. *PLoS One* 2014; 9: e86716
24. Yilmaz A, Aktas Z, Alici IO et al. Cryorecanalization: keys to success. *Surgical Endoscopy* 2012; 26: 2969–2974
25. Hetzel M, Hetzel J, Schumann C et al. Cryorecanalization: a new approach for the immediate management of acute airway obstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 127: 1427–1431
26. Folch E, Mehta AC. Airway interventions in the tracheobronchial tree. *Semin Respir Crit Care Med*. 2008; 29: 441–452
27. Ernst A, Silvestri GA, Johnstone D. Interventional pulmonary procedures: Guidelines from the American College of Chest Physicians. *Chest* 2003; 123: 1693–1717
28. Lee H, Leem CS, Lee JH et al. Successful removal of endobronchial blood clots using bronchoscopic cryotherapy at bedside in the intensive care unit. *Tuberc Respir Dis (Seoul)* 2014; 77: 193–196
29. Sehgal IS, Dhooria S, Agarwal R et al. Use of a Flexible Cryoprobe for Removal of Tracheobronchial Blood Clots. *Respir Care* 2015; 60: e128–31
30. Weerdt SD, Noppen M, Remels L et al. Successful Removal of a Massive Endobronchial Blood Clot by Means of Cryotherapy. *Journal of Bronchology* 2005; 12: 23–24
31. Hammer J, Trachsel D, Nicolai T et al. Caution to use bronchoscopic CO cryotherapy for foreign body removal in children. *Pediatr Pulmonol* 2016; 51: 889–891
32. Ernst A, Feller-Kopman D, Becker HD et al. Central airway obstruction. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 169: 1278–1297
33. Sheski FD, Mathur PN. Endobronchial electrosurgery: argon plasma coagulation and electrocautery. *Semin Respir Crit Care Med* 2004; 25: 367–374
34. Zenker M. Argon plasma coagulation. *GMS Krankenhhyg Interdiszip* 2008; 3: Doc15
35. Tremblay A, Marquette C-H. Endobronchial electrocautery and argon plasma coagulation: a practical approach. *Can Respir J* 2004; 11: 305–310
36. Bolliger CT, Sutedja TG, Strausz J et al. Therapeutic bronchoscopy with immediate effect: laser, electrocautery, argon plasma coagulation and stents. *Eur Respir J* 2006; 27: 1258–1271
37. Sutedja TG, van Boxem TJ, Schramel FM et al. Endobronchial Electrocautery is an Excellent Alternative for Nd: YAG Laser to Treat Airway Tumors. *J Bronchology Interv Pulmonol* 1997; 4
38. Ernst A, Anantham D. Update on interventional bronchoscopy for the thoracic radiologist. *J Thorac Imaging* 2011; 26: 263–277
39. Reichle G, Freitag L, Kullmann HJ et al. Argon plasma coagulation in bronchology: a new method--alternative or complementary? *Pneumologie* 2000; 54: 508–51
40. Morice RC, Ece T, Ece F et al. Endobronchial argon plasma coagulation for treatment of hemoptysis and neoplastic airway obstruction. *Chest* 2001; 119: 781–787
41. 等离子外科基础知识的用户手册: 85800-038
42. VIO 3 使用说明书: D140792
43. Franke K-J, Szyrach M, Nilius G et al. Experimental study on biopsy sampling using new flexible cryoprobes: influence of activation time, probe size, tissue consistency, and contact pressure of the probe on the size of the biopsy specimen. *Lung* 2009; 187: 253–259
44. Amat B, Esselmann A, Reichle G et al. The electrosurgical knife in an optimized intermittent cutting mode for the endoscopic treatment of benign web-like tracheobronchial stenosis. *Arch Bronconeumol* 2012; 48: 14–21
45. APC 探针的临床评估: D099576 v003
46. Jin F, Mu D, Xie Y et al. Application of bronchoscopic argon plasma coagulation in the treatment of tumorous endobronchial tuberculosis: Historical controlled trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013; 145: 1650–1653
47. Lentz RJ, Argento AC, Colby TV et al. Transbronchial cryobiopsy for diffuse parenchymal lung disease: A state-of-the-art review of procedural techniques, current evidence, and future challenges. *J Thorac Dis* 2017; 9: 2186–2203

重要提示

我们在制作本材料时非常认真。尽管如此，仍不可能完全避免本材料中的错误。

本材料中所包含的信息、建议和其他说明(“信息”)反映了创建材料时我们具备的知识与技术水平。信息为一般说明，非强制性规定，仅供参考，并非使用说明或使用提示。

本材料中所包含的信息和建议并未阐明 Erbe Elektromedizin GmbH 公司及其相关公司(“Erbe”)的法定义务或任何其他对于 Erbe 公司的要求。信息并非担保或其他特征说明；个别情况下，此类说明须与 Erbe 公司协商确定。

因遵循本材料中的信息而造成任何损失时，不管责任的法律依据如何，Erbe 公司概不负责。

Erbe 产品的每位用户负责提前对相应 Erbe 产品的特征及其是否适用于预计的使用方式或预计的目的进行测试。Erbe 产品的每位用户负责提前对相应 Erbe 产品的特征及其是否适用于预计的使用方式或预计的目的进行测试。用户须检查交付的使用说明书和使用提示是否符合具体 Erbe 产品的状态。只允许根据使用说明书和使用提示使用仪器。

关于相应 Erbe 产品调整参数、应用部位、应用持续时间及其使用的信息，基于医生的临床经验，与 Erbe 公司无关。以上信息给出的是参考值，须由用户检查其是否适用于具体计划的使用情况。根据具体情况的不同，可能要求偏离信息中的规定。使用 Erbe 产品时，用户须自行进行该项检查。我们希望指出的是，在研究和临床经验的基础上，我们的知识和技术水平会不断发展。另外，对于用户来说，还可能需偏离本材料信息中的相关规定。

本材料包含在特定国家中可能并不允许的 Erbe 产品的相关信息。相应 Erbe 产品的用户有义务自行了解使用的 Erbe 产品在其国家中是否被法律允许和/或针对产品的使用是否存在相应的法律规定或限制条件。

本材料并不适用于美国用户。

Erbe China Ltd.
爱尔博(上海)医疗器械有限公司
上海市延安西路2201号
国际贸易中心3002室

电话 021 62758440
传真 021 62758874
info@erbechina.com
erbe-china.com