



中国胸心血管外科临床杂志

Chinese Journal of Clinical Thoracic and Cardiovascular Surgery

ISSN 1007-4848, CN 51-1492/R

## 《中国胸心血管外科临床杂志》网络首发论文

题目：中国胸外科围手术期气道管理指南（2020版）  
作者：支修益，刘伦旭  
收稿日期：2020-12-23  
网络首发日期：2021-01-14  
引用格式：支修益，刘伦旭. 中国胸外科围手术期气道管理指南（2020版）[J/OL]. 中国胸心血管外科临床杂志.  
<https://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1492.R.20210113.1059.024.html>



**网络首发：**在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

**出版确认：**纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

# 中国胸外科围手术期气道管理指南 (2020 版)



支修益<sup>1</sup>, 刘伦旭<sup>2</sup>, 中国胸外科围手术期气道管理指南(2020 版)编写委员会

1. 首都医科大学宣武医院 胸外科(北京 100053)
2. 四川大学华西医院 胸外科(成都 610041)

**【摘要】** 目的 系统总结气道管理临床研究证据和临床共识,为医护人员围手术期气道管理提供临床指南。方法 2019~2020 年,由 32 位专家提出 40 个临床问题,采用德菲尔法和 PICO(患者、干预措施、对照措施、结果指标)原则,最终纳入 12 个临床问题。检索 PubMed、Web of Science、万方、中国知网。检索时间为数据库建库至 2020 年 11 月。共纳入 160 篇文献,采用 GRADE 方法评价证据质量:A 级 18 篇、B 级 36 篇、C 级 69 篇、D 级 37 篇。基于证据,召开 4 次会议,提出 23 条推荐意见,其中强推荐 10 条、弱推荐 13 条。结果 患者术前至少戒烟 4 周、需进行肺功能评估和肺康复训练,尤其是合并高危因素的患者至少肺康复训练 1 周;术中麻醉维持采用吸入或静脉麻醉,推荐选择短效药物,使用麻醉深度和肌肉松弛深度监测,推荐保护性通气策略;术后使用药物和机械性措施预防静脉血栓栓塞症,合理应用各种引流管,疼痛管理则推荐采用预镇痛、多模式镇痛;围手术期可使用吸入性糖皮质激素联合支气管扩张剂治疗,从而降低气道高反应性、缓解术后咳嗽。结论 胸外科围手术期气道管理术前强调戒烟、肺功能评估及肺康复训练;术中强调麻醉药物合理应用和肺保护性通气策略;术后加强气道管理、疼痛管理和引流管管理,同时重视术后咳嗽评估与处理。

**【关键词】** 气道管理;胸外科;围手术期;临床指南;推荐意见

## Chinese guidelines for perioperative airway management in thoracic surgery (2020 edition)

ZHI Xiuyi<sup>1</sup>, LIU Lunxu<sup>2</sup>, Writing Committee of Chinese Guidelines for Perioperative Airway Management in Thoracic Surgery (2020 edition)

1. Department of Thoracic Surgery, Xuanwu Hospital of Capital Medical University, Beijing, 100053, P.R.China
  2. Department of Thoracic Surgery, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu, 610041, P.R.China
- Corresponding authors: ZHI Xiuyi, Email: xiuyizhi2015@163.com; LIU Lunxu, Email: lunxu\_liu@aliyun.com

**【Abstract】 Objective** The clinical trial evidence and expert consensus in the airway management were systematically summarized in this guideline to provide clinical guidance for healthcare professionals. **Methods** A total of 40 clinical questions were proposed by 32 experts, and 12 clinical questions were finally identified through the Delphi method and the PICO (patient, intervention, control, outcome) principle from 2019 to 2020. PubMed, Web of Science, Wanfang database and CNKI were searched from establishment of each database up to November, 2020. The evidence of 160 articles was graded according to GRADE method, including 18 in class A, 36 in class B, 69 in class C, and 37 in class D. Four symposiums were organized for discussion of the recommendations. Finally, 23 recommendations were made for these 12 clinical questions, among which 10 were strongly recommended and 13 were weakly recommended. **Results** Smoking cessation for at least 4 weeks, pulmonary function assessment and pulmonary rehabilitation exercise were recommended in the perioperative period, especially at least 1 week of pulmonary rehabilitation exercise for the patients with high risk factors. Anesthesia was maintained by inhalation or intravenous anesthesia. It was recommended to choose short acting drugs, monitor the depth of anesthesia and muscle relaxation during operation, and protective ventilation strategy. Postoperative use of drugs and mechanical measures to prevent venous thromboembolism, the appropriate application of drainage tube, preemptive analgesia and multimodal analgesia for pain management were

recommended. Inhaled corticosteroids with bronchodilators can be used in perioperative period to reduce airway hyperresponsiveness, and postoperative cough. **Conclusion** For perioperative airway management, smoking cessation, pulmonary function assessment and pulmonary rehabilitation exercise are recommended in the perioperative period. The rational use of anesthetic drugs and protective ventilation strategy are emphasized during the operations. Postoperative pain management and cough treatment should be strengthened, and drainage tube should be used properly.

**【Key words】** Airway management; thoracic surgery; perioperative period; guideline; recommendations

胸外科围手术期气道并发症不但影响患者术后的顺利康复和生活质量,也是导致手术失败和死亡的主要因素。近年加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)理念普遍应用于临床,而围手术期气道管理是胸外科术后ERAS的重要组成部分,其在临床的应用可有效减少术后肺部并发症、加速患者术后康复和缩短住院时间,进而降低再入院率和死亡风险、节约住院费用。胸外科围手术期气道管理专家共识(2012年版)、多学科围手术期气道管理专家共识(2016年版)和多学科围手术期气道管理中国专家共识(2018版)(<http://www.tcsurg.org>)的制定及其在临床的推广应用,强化了胸外科医师对气道管理、肺功能保护及降低肺部并发症等理念的认识,促进了围手术期气道管理与ERAS更有效、紧密的结合<sup>[1]</sup>。近几年,随着循证医学证据的不断积累,有必要根据临床实践经验并结合国内外最新研究证据,更新2018年版共识并形成指南,以促进围手术期气道管理在临床实践中更合理、更规范地应用。此指南适用于全国各等级医院胸外科医护人员、医学生。

## 1 证据与方法

根据胸外科临床实践的需要,采用德菲尔法提出40个临床问题,经过合并、归类,初步确定24个

问题,由国内32位三甲医院胸外科专家投票,按照得票数高低,汇总并确定12个临床问题。检索PubMed、Web of Science、万方、中国知网,收集每个数据库建库至2020年11月的相关研究。最终纳入160篇文献<sup>[1-160]</sup>。采用GRADE方法(表1)评价纳入文献质量,其中A级18篇、B级36篇、C级69篇、D级37篇。基于循证证据和临床经验,召开4次会议,采用GRADE推荐(表2)提出23条推荐意见,其中强推荐10条,弱推荐13条。本指南编写从2019年12月正式启动至2020年11月,通过大纲讨论、内容撰写、内容讨论及修改、统稿、内容审核、全文通读审核,最终定稿。

## 2 术前戒烟

吸烟是术后肺部感染的重要危险因素,不仅显著增加术后心肺并发症发生率,还会增加围手术期死亡风险<sup>[2-3]</sup>。

Mills等<sup>[4]</sup>通过对6项随机对照试验(RCT)的Meta分析发现,术前戒烟可显著降低术后并发症发生率,而每多戒烟1周,其效果将增加19%,且当戒烟时间 $\geq 4$ 周时的治疗效果明显提高;对15项观察性研究的定量分析也发现戒烟 $\geq 4$ 周与 $< 4$ 周相比,相对危险度(RR)降低20%,即戒烟时间4周以上效果更佳。另一项Meta分析<sup>[5]</sup>纳入14个

表1 GRADE证据质量分级与定义

证据等级	定义
高(A)	非常确信真实效应值接近效应估计值
中(B)	对效应估计值有中等程度的信心:真实效应值有可能接近效应估计值,但仍存在两者大不相同的可能性
低(C)	对效应估计值的信心程度有限:真实效应值可能与效应估计值大不相同
极低(D)	对效应估计值几乎没有信心:真实效应值很可能与效应估计值大不相同

表2 GRADE推荐强度分级与定义

推荐强度	说明	表达方法	表示方法
支持使用某项干预措施的强推荐	干预措施明显利大于弊	推荐使用	1
支持使用某项干预措施的弱推荐	干预措施可能利大于弊	建议使用	2
反对使用某项干预措施的弱推荐	干预措施可能弊大于利或利弊关系不明确	建议不使用	2
反对使用某项干预措施的强推荐	干预措施明显弊大于利	推荐不使用	1

RCT 和观察性研究, 共 10 905 例患者, 发现术前戒烟 4 周可以将术后肺部并发症的风险降低 23% ( $RR=0.77$ , 95%  $CI$  0.68 ~ 0.88), 术前戒烟 8 周可将肺部并发症风险降低 46% ( $RR=0.54$ , 95%  $CI$  0.35 ~ 0.85)。

**推荐:** 术前至少戒烟 4 周 (1A)。

### 3 术前肺功能检测及血气分析

肺功能检测是目前胸外科手术前检查的常规项目, 既能预测围手术期患者的并发症风险和远期生活质量, 也能为手术决策提供客观依据。现在普遍认可的耐受肺切除术肺功能要求如下<sup>[6-7]</sup>: 全肺切除术: 第 1 秒用力呼气容积 ( $FEV_1$ ) > 2 L; 肺叶切除术:  $FEV_1$  > 1 L; 肺段或楔形切除术:  $FEV_1$  > 0.6 L。对于高龄、身材瘦小和女性患者, 由于  $FEV_1$  绝对值会低估其手术耐受性, 术后预计值  $FEV_1$  (ppo $FEV_1$ ) 的应用优于术前肺功能值, 并能减少个体差异性<sup>[8-9]</sup>, 其计算公式为: ppo $FEV_1$  = 术前实测  $FEV_1$  × (1 - 被切除有功能的肺段数量/具有功能的肺段总数)。Nakahara 等<sup>[10]</sup> 发现 ppo $FEV_1$  < 30% 的肺手术患者, 术后死亡率高达 60%。一氧化碳弥散量 (DLCO) 可以反映肺气肿、肺间质疾病的严重程度, 术后预计值 DLCO (ppoDLCO) 计算公式与 ppo $FEV_1$  同理。研究<sup>[11]</sup> 发现 ppo $FEV_1$ % 或 ppoDLCO% 低至 30% ~ 40% 时, 术后并发症发生率会显著提高。2014 年 Ferguson 等<sup>[12]</sup> 发现 ppo $FEV_1$ % 或 ppoDLCO% < 30% 时, 肺术后全因死亡率会显著升高。

动脉血气分析是胸外科手术常用的术前评估手段, 传统上认为患者术前存在高碳酸血症[动脉血二氧化碳分压 ( $PaCO_2$ ) > 45 mm Hg] 是术后不良事件的危险因素<sup>[13]</sup>。然而多项研究<sup>[14-15]</sup> 表明术前高碳酸血症与术后并发症风险并没有显著相关性, 而术前低氧血症[动脉血氧饱和度 ( $SpO_2$ ) < 90%] 则会增加术后并发症风险<sup>[16]</sup>。因此, 对于术前肺功能获得困难的患者, 可将动脉血气分析作为补充评估手段。

**推荐:** (1)  $FEV_1$  是术前必检项目 (2B)。

(2) 拟行肺切除术患者, 术后预计值  $FEV_1$  (ppo $FEV_1$ ) 和术后预计 DLCO (ppoDLCO) 是对  $FEV_1$  的有效补充 (2B)。

(3) 术前动脉血二氧化碳分压 ( $PaCO_2$ ) > 45 mm Hg 不推荐作为术前风险评估指标, 术前  $SpO_2$  < 90% 可辅助评估手术风险 (2C)。

### 4 术前心肺运动试验的评估

根据欧洲呼吸/胸外科医师学会 (ERS/ESTS) 指南和美国胸科医师学会 (ACCP) 指南, 若 ppo $FEV_1$ % 或 ppoDLCO% < 30%, 建议行心肺运动试验 (CPET), 有助于准确评估手术风险<sup>[17-18]</sup>。CPET 过程中若最大耗氧量 ( $VO_{2max}$ ) < 10 mL/(kg·min), 患者术后死亡率和并发症率极高<sup>[19-22]</sup>,  $VO_{2max}$  在 10 ~ 15 mL/(kg·min) 时, 围手术期风险仍明显高于  $VO_{2max}$  > 15 mL/(kg·min) 的患者<sup>[23-24]</sup>。Brunelli 等<sup>[25]</sup> 发现  $VO_{2max}$  > 20 mL/(kg·min) 的患者中无 1 例发生围手术期死亡。其它类似的研究也发现当  $VO_{2max}$  > 20 mL/(kg·min) 时, 患者可耐受全肺切除术<sup>[21]</sup>。Benzo 等<sup>[26]</sup> 一项纳入了 14 项研究共计 955 例患者的 Meta 分析显示,  $VO_{2max}$  值在术后并发症组低于无并发症组 [(16.8 ± 3.1) mL/(kg·min) vs. (20.0 ± 2.7) mL/(kg·min)],  $P < 0.001$ 。

若 ppo $FEV_1$ % 或 ppoDLCO% 为 30% ~ 60%, 可通过简易运动试验评估心肺耐力, 如登楼试验 (SCT) 或往返步行试验 (SWT)<sup>[17-18]</sup>。SCT < 14 m 的患者中有 56% (14/25)  $VO_{2max}$  低于 15 mL/(kg·min)<sup>[27]</sup>。Boujibar 等<sup>[28]</sup> 的 Meta 分析纳入 6 项研究共计 923 例肺手术患者, 结果发现 SCT < 10 m 术后并发症风险较高 ( $RR=2.34$ , 95%  $CI$  1.59 ~ 3.43), 建议进一步进行 CPET。一项纳入 125 例患者的研究<sup>[29]</sup> 发现, SWT < 400 m 的患者中有 31.5% 的  $VO_{2max}$  低于 15 mL/(kg·min)。Fennelly 等<sup>[30]</sup> 研究表明 SWT < 400 m 是肺切除术后并发症的危险因素 ( $OR=4.3$ , 95%  $CI$  1.4 ~ 12.7), 因此 SWT < 400 m 的患者建议行 CPET 评估手术风险。

心肺运动试验提示  $VO_{2max}$  < 10 mL/(kg·min), 术后并发症和死亡风险高, 不建议手术;  $VO_{2max}$  在 10 ~ 20 mL/(kg·min) 之间需要根据患者具体情况计算手术切除范围;  $VO_{2max}$  > 20 mL/(kg·min) 可耐受包括全肺切除在内的手术治疗。

**推荐:** 肺手术患者,  $FEV_1$  评价手术风险有困难时, 建议行心肺运动试验 (CPET); 若不能行 CPET, 则行登楼试验 (SCT) 或往返步行试验 (SWT) (2B)。

### 5 术后气道并发症发生的高危因素

胸外科手术患者年龄偏大, 合并疾病较多, 手术本身对心肺功能损伤大, 这些都增加了手术风险。现有研究显示, 若合并以下危险因素, 则围手术期气道管理的难度和手术风险明显增大。首先

年龄>70岁被多项研究<sup>[31-36]</sup>证实是胸外患者术后肺部并发症的独立危险因素。其次,吸烟指数>400年支是开胸和微创肺癌术后肺部并发症的危险因素<sup>[34-35]</sup>,且是老年肺癌患者术后并发症的独立影响因素<sup>[37]</sup>。国外亦有文献<sup>[38]</sup>报道,当前吸烟者(即使10包年)术后呼吸系统并发症风险升高,而既往吸烟20包年以上者风险亦升高。此外,哮喘患者的术后并发症(肺部感染、败血症等)发生率和30d院内死亡率均显著高于非哮喘患者<sup>[39]</sup>。气道高反应性(AHR)也是术前危险因素之一,尤其是术中反复的气管插管操作、术后胃食管反流、呼吸道感染、吸入刺激性化学物质等可诱发AHR<sup>[40-42]</sup>。合并慢性阻塞性肺疾病(COPD)的患者术后发生支气管胸膜瘘、肺炎、持续漏气和机械通气时间延长等肺部并发症风险显著增高<sup>[43-44]</sup>。肥胖(BMI $\geq$ 28 kg/m<sup>2</sup>或30 kg/m<sup>2</sup>)也能显著增加肺癌术后肺部感染风险。也有研究<sup>[45]</sup>发现,体表面积(BSA)>1.68 m<sup>2</sup>是术后并发症的独立危险因素。低肺功能<sup>[46-48]</sup>,呼气峰值流量(PEF)<300 L/min亦会增加术后发生肺部感染、肺不张等并发症的风险<sup>[49-51]</sup>。致病性气道定植菌是住院患者发生医院获得性肺炎、急性呼吸窘迫综合征等并发症的重要诱发因素<sup>[52-53]</sup>。此外,营养代谢紊乱<sup>[54]</sup>和术前曾行放射治疗和/或化学治疗以及二次手术或外伤治疗史也会增加手术风险。

**推荐:** 术后气道并发症的高危因素: 年龄>70岁、吸烟指数>400年支、哮喘、气道高反应性(AHR)、慢性阻塞性肺疾病(COPD)、肥胖或体表面积(BSA)>1.68 m<sup>2</sup>、低肺功能、呼气峰值流量(PEF)<300 L/min、致病性气道定植菌、营养代谢紊乱、既往放化疗史及手术史等(2B)。

## 6 围手术期肺康复训练

围手术期短期肺康复训练有助于改善术前合并高危因素患者的心肺功能,并降低术后肺部相关并发症,加速患者康复<sup>[55]</sup>。国外多在门诊或社区医院进行为期2~6周不等的术前肺康复训练,训练频率和强度相对较低<sup>[56-58]</sup>。国内倾向于对患者术前进行为期1周的短期综合肺康复训练(物理康复+药物康复),可显著降低术后并发症发生率和缩短术后住院时间<sup>[59-64]</sup>。术前PEF<300 L/min的肺癌患者通过短期综合肺康复训练可提高PEF,改善心肺耐力,降低术后肺部并发症发生率并缩短术后住院时间<sup>[51, 59-62]</sup>。

**推荐:** 术前合并高危因素患者,术前应至少

进行为期1周的综合肺康复训练,肺康复训练包括物理康复和药物康复(2B)。

## 7 呼吸道准备及合并症药物应用

胸外科患者术前均应进行呼吸道准备,包括严格戒烟、掌握正确咳嗽方法、进行呼吸训练、保持口腔清洁等。

Silvanus等<sup>[65]</sup>的研究表明哮喘和气道高反应患者术前使用糖皮质激素联合短效 $\beta_2$ 受体激动剂(SABA),可以极大降低气管插管诱发的支气管痉挛。Liccardi等<sup>[66]</sup>提出哮喘患者术前应使用以吸入性糖皮质激素和长效 $\beta_2$ 受体激动剂(ICS+LABA)为基础的“5级法”治疗方案。我国支气管哮喘防治指南<sup>[67]</sup>中指出,所有哮喘患者应在术前5~7d至术后7~12d进行肺康复训练以达到良好的哮喘控制。

COPD患者术前使用 $\beta_2$ 受体激动剂和长效抗胆碱能药物(LAMA),可以缓解气道痉挛状态,降低气道阻力,有利于气道分泌物排出,提高肺功能和生活质量<sup>[68-71]</sup>。 $\beta_2$ 受体激动剂可松弛气道平滑肌、增强气道纤毛运动、降低血管通透性,还可促进糖皮质激素受体易位,增加其抗炎作用,与吸入性糖皮质激素联用具有协同作用<sup>[72-73]</sup>。抗胆碱能药物通过阻断M受体松弛气道平滑肌,抑制黏液分泌,与 $\beta_2$ 受体激动剂具有互补作用。吸入性糖皮质激素可以直接作用于气道黏膜,减轻肺水肿、提高气管插管耐受性、抑制炎症因子释放、减少气道分泌物<sup>[74-75]</sup>。围手术期联合使用吸入性糖皮质激素和支气管扩张剂能够有效提高患者呼吸功能<sup>[76-77]</sup>,使用三联(ICS+LABA+LAMA)比二联(LABA+LAMA)可以更好地改善肺癌合并COPD患者的肺功能和术后结局<sup>[78]</sup>。

气道分泌物较多者使用黏液溶解剂可促进患者排出呼吸道内黏稠分泌物,减少黏液滞留,改善患者呼吸功能,减轻手术操作造成肺部的炎症反应<sup>[79-81]</sup>。系统评价<sup>[82]</sup>显示,术前预防性使用黏液溶解剂可有效减少术后肺部并发症的发生。围手术期常用黏液溶解剂有雾化吸入类、口服类、静脉输注类。

肺部手术患者术前致病性气道定植菌检出率为18%~37%<sup>[83-87]</sup>,吸烟和COPD是发生气道致病性定植菌最重要的影响因素<sup>[88]</sup>。一项关于肺癌手术患者气道定植菌的Meta分析研究<sup>[52]</sup>发现,致病性气道定植菌是术后肺部感染的独立危险因素(OR=2.44, 95% CI 1.45~4.11)。术前明确合并气管定植菌的患者,应根据细菌培养和药敏结果合理使用抗生素。

**推荐：**（1）胸外科患者术前均应进行呼吸道准备（1B）。

（2）术前合并哮喘、气道高反应、COPD 的患者，围手术期使用吸入性糖皮质激素和支气管扩张剂（如 ICS+LABA 或 ICS+LABA+LAMA）（1B）。

（3）气道分泌物较多者围手术期应使用黏液溶解剂（1B）。

（4）术前合并致病性气管定植菌的患者，应合理使用抗生素（2C）。

## 8 围手术期给药方式选择

围手术期吸入装置的选择与患者的实际情况有关，包括患者的年龄、认知状况、手口动作的协调性以及疾病的严重程度。气道管理的给药方式有静脉、口服、吸入等。吸入给药方式可以使药物以气溶胶形式直接作用于呼吸道，相较于口服和静脉给药，吸入给药起效快、局部药物浓度高、用量少，可减少全身不良反应。吸入给药设备有便携式吸入装置和雾化吸入器两类，便携吸入装置包括压力定量吸入器（传统 pMDI 以及共悬浮技术新型 pMDI）、干粉吸入器（DPI）、软雾吸入器（SMI）；雾化吸入装置包括喷射雾化器、超声波雾化器、振动筛孔雾化器<sup>[89-90]</sup>。

雾化给药对于围手术期部分年老体弱或婴幼儿、吸气流速极低、疾病程度较重的患者是更佳选择。尤其术后初期，患者因疼痛、无力、气道水肿等原因无法用力吸气，更适合雾化吸入治疗<sup>[91-94]</sup>。目前雾化吸入制剂包括糖皮质激素、支气管扩张剂、黏液溶解剂等，根据患者病情不仅可以两联至四联药物同时雾化，还可满足机械通气患者吸入治疗的需求，增加了临床使用的灵活性和简便性<sup>[95]</sup>。另一方面，便携式吸入装置携带方便，能反复定量给药，更便于院外使用<sup>[96]</sup>。传统 pMDI 对于使用者的手口操作协同有较高要求，药物大部分沉积在口咽部。DPI 则操作简便，患者协同性较好，但需要一定的吸气流速，部分老年或儿童呼吸较弱故使用受限<sup>[90]</sup>。采用共悬浮技术（Aerosphere）的新型 pMDI，使用直径约 3  $\mu\text{m}$  药物颗粒，在装置内形成一种稳定悬浮物，对于吸气流速要求低，改善了患者用药便捷性，肺部沉积率可高达 48%，有益于提高依从性和治疗效果<sup>[97-100]</sup>。

**推荐：**（1）围手术期部分年老体弱或婴幼儿、吸气流速极低的患者，或术后初期，因疼痛、无力、气道水肿等原因无法用力吸气的患

者，推荐使用雾化吸入治疗（2C）。

（2）围手术期病情平稳、呼吸有力、能够主动配合吸入治疗的患者，或对于便携性有一定要求的患者（如院外），建议使用便携吸入装置治疗（2C）。

## 9 术中麻醉管理措施

胸科手术术中麻醉管理主要达到 2 个目标：减轻局部（肺）和全身炎症反应，以及尽早拔除气管导管，从而减少术后肺部并发症，有利于患者及早下床活动，加快术后康复<sup>[101]</sup>。

**麻醉维持：**麻醉维持采用短效麻醉药物有利于术后尽快拔管<sup>[114]</sup>。吸入麻醉（七氟烷或地氟烷）和以丙泊酚为主的静脉麻醉都可作为胸科手术的麻醉维持方式<sup>[102,114]</sup>。全身麻醉联合区域麻醉也有利于麻醉苏醒和尽快拔管<sup>[114]</sup>。采用脑电双频指数（BIS）和肌肉松弛监测维持恰当的麻醉深度和肌肉松弛深度有利于术后尽快拔管<sup>[101,103-104]</sup>。

**肺隔离<sup>[114]</sup>：**大多数胸科手术都需要肺隔离和单肺通气，以利于手术操作。多采用双腔支气管导管（DLT）进行肺隔离。选择恰当大小的 DLT 以及硅胶 DLT 可减轻气道损伤和术后咽痛。当存在困难气道造成 DLT 插管困难时，支气管封堵管可能是更好的选择。无论采用 DLT 和支气管封堵管进行肺隔离，都推荐使用纤维支气管镜进行定位。

**通气管理：**通常采用肺保护性通气策略。双肺通气时，使用小潮气量 6~8 mL/kg（预测体重）、恰当 PEEP 和肺复张手法<sup>[101]</sup>。在单肺通气前，给予 100%  $\text{FiO}_2$ ，可加快手术侧肺塌陷<sup>[114]</sup>。单肺通气时，设置潮气量 4~6 mL/kg（预测体重）<sup>[105]</sup>、PEEP 5~10  $\text{cm H}_2\text{O}$ <sup>[114]</sup>。气道峰压不超过 35  $\text{cm H}_2\text{O}$ <sup>[105]</sup>，气道平台压不超过 25  $\text{cm H}_2\text{O}$ <sup>[105]</sup>。PaCO<sub>2</sub> 通常维持在 35~45 mm Hg<sup>[102]</sup>（个别情况下可维持在 40~60 mm Hg<sup>[105]</sup>）。近来，有研究显示，以驱动压为导向的通气策略可能更优<sup>[106]</sup>。通气模式采用容量控制和压力控制通气均可，但存在发生肺损伤高危因素时，建议首先压力控制通气<sup>[105]</sup>。给予维持 SpO<sub>2</sub>>92% 的最低 FiO<sub>2</sub><sup>[101]</sup>。

**推荐：**（1）麻醉维持：吸入麻醉和静脉麻醉均可，推荐选择短效药物（2C）。

（2）推荐术中使用麻醉深度和肌肉松弛深度监测（1A）。

（3）推荐保护性通气策略（2A）。

## 10 胸腔引流管管理

胸腔引流管留置主要作用是维持胸腔负压,引流术后胸腔积气、积液<sup>[107]</sup>。术后常规需留置引流管,应在无漏气、肺复张良好的情况下早期拔除引流管。Zhou 等<sup>[108]</sup>通过纳入 5 项 RCT 进行的 Meta 分析显示,肺叶切除术后使用单根胸腔引流管安全有效,术后并发症发生率( $P=0.67$ )和再置管率( $P=0.54$ )没有升高,且患者疼痛明显减轻( $P<0.001$ )、引流时间( $P<0.001$ )和住院时间( $P=0.01$ )也明显缩短。另有研究<sup>[109-112]</sup>表明,单管或细管(14F、16F、18F)引流效果不劣于双管或粗管引流,且有助于患者术后早期活动、减少引流量、增加舒适度,并有利于引流管伤口愈合。对于胸腔广泛粘连的患者,术后推荐留置两根闭式引流管<sup>[113-114]</sup>。此外,留置胸腔引流管无需常规进行负压吸引<sup>[115-118]</sup>,术后在无肺部漏气情况下,应尽早拔除引流管,Zhang 等<sup>[119]</sup>开展的 Meta 分析结果表明建议 24 h 引流量 $<300$  mL 拔管是较为安全的(需排除乳糜液及出血)。另一项 Meta 分析<sup>[120]</sup>发现数字化引流系统能够明显减轻肺漏气( $P<0.001$ )、缩短引流时间( $P<0.001$ )和住院时间( $P<0.001$ ),对于动态监测胸腔引流情况及指导早期拔管具有一定优势。无水负压引流器在达到相同的引流和观察效果的同时,也可缩短患者术后住院时间,对患者术后快速康复有较好的作用<sup>[121]</sup>。

**推荐:** (1) 胸腔内手术后推荐常规留置引流管,无粘连者可置单根小管径胸腔引流管引流(1B)。

(2) 术后不推荐常规进行负压吸引,术后无漏气、24 h 引流量 $<300$  mL 即可拔管(1B)。

(3) 数字化引流系统和水负压引流器可缩短拔管时间(2B)。

## 11 术后咳嗽评估与处理

肺切除术后持续咳嗽是指肺切除术后持续时间不少于 2 周的干咳,胸部 X 线无异常,且排除鼻后滴流综合征、支气管哮喘等因素,其发生率为 25%~50%<sup>[122]</sup>。术后持续咳嗽会加重切口疼痛,干扰患者交谈及睡眠,严重影响患者生活质量。肺切除术后咳嗽的机制仍存在争议,可能与支气管牵拉、支气管内缝线暴露、淋巴结清扫、膈肌抬高、食管反流等因素有关<sup>[122]</sup>。Xie 等<sup>[123]</sup>回顾了 171 例行肺叶切除术的肺癌患者资料,发现右肺癌、困难气道、急性咳嗽和 COPD 史是术后持续咳嗽的独立预测因素。

术后咳嗽的评估主要从严重程度、发生频率以及健康相关生活质量 3 个方面进行,其中评估健康

相关生活质量的有效工具是莱斯特咳嗽量表(LCQ)<sup>[124]</sup>。Gao 等<sup>[125]</sup>将 LCQ 量表翻译成中文版,即 LCQ-MC,其由生理、心理和社会 3 个维度的 19 个项目组成,分数越高表示咳嗽程度越轻。林嵘嘉等<sup>[126]</sup>对 LCQ-MC 进行了改良和验证,以更加适合肺癌术后咳嗽评估。

Sawada 等<sup>[127]</sup>对肺切除术后持续咳嗽的患者,使用吸入糖皮质激素加  $\beta_2$  受体激动剂进行经验性治疗被证实有效,且无严重的副作用。Miyamoto 等<sup>[128]</sup>认为肺叶切除术后持续咳嗽是由 C 纤维激活引起的,抑制 Th2 细胞因子产生的抗过敏药甲磺司特可以缓解肺切除后持续咳嗽症状。对于术后存在胃食管反流症状的患者出现的持续性咳嗽,质子泵抑制剂和促胃肠动力药物有助于缓解咳嗽症状;对于急性期咳嗽,可待因类药物可能有效,但对于术后亚急性和慢性咳嗽效果有限<sup>[129]</sup>。对于术后严重咳嗽有气道高反应症状,临床怀疑为咳嗽变异性哮喘的患者,应完善支气管激发试验或舒张试验,明确诊断后使用吸入性糖皮质激素联合支气管舒张剂能有效缓解咳嗽症状<sup>[130-131]</sup>。

**推荐:** (1) 术后持续咳嗽严重影响患者生活质量,推荐采用 LCQ-MC 量表来评估严重程度(1B)。

(2) 术后持续咳嗽患者,可考虑使用吸入性糖皮质激素和支气管扩张剂治疗(2C)。

## 12 围手术期疼痛管理

术后疼痛限制患者体位变化、无法有力或有效咳嗽,痰液及气道内分泌物不能充分排出,从而增加肺不张和肺部感染的发生风险<sup>[114,132-134]</sup>。

疼痛管理是保证术后镇痛效果的重要环节,在实施时应强调个体化镇痛,提倡预防性镇痛和多模式镇痛联合应用<sup>[135]</sup>。以选择性环氧合酶(COX)-2 抑制剂、非选择性非甾体类抗炎药(NSAIDs)<sup>[136-141]</sup>或对乙酰氨基酚<sup>[142-144]</sup>作为多模式镇痛基础方案,减少阿片类药物的应用,可以联合采用患者自控镇痛(PCA)泵、伤口局部浸润、肋间神经阻滞和椎旁阻滞等多种方式<sup>[145-146]</sup>。

**推荐:** 围手术期疼痛管理推荐采用预镇痛、多模式镇痛方案(1A)。

## 13 静脉血栓及肺栓塞预防

静脉血栓栓塞(VTE)是患者术后住院期间的常见并发症和围手术期死亡原因<sup>[147-148]</sup>。食管癌及肺癌均是术后静脉血栓栓塞发生的独立危险因素<sup>[149-151]</sup>。

胸外科术后深静脉血栓形成 (DVT) 的发生率为 0.4% ~ 51%, 肺栓塞发生率为 1% ~ 5%, 其中有 2% 的患者甚至会遭遇致死性肺栓塞<sup>[152-153]</sup>。国内文献<sup>[154]</sup>报道, 胸外科大手术术后 VTE 的总体发生率为 13.9%, 其中肺恶性肿瘤为 16.4%, VTE 多发生于术后 1 周内。因此胸外科手术患者应当被认为是术后发生静脉血栓栓塞的高危人群, 而对患者进行个体化的 VTE 风险评估可使用改良 Caprini 风险评估量表<sup>[155-156]</sup>。

在患者入院时即应对其进行 VTE 风险宣教, 并将血脂及血糖控制在合适范围内。鼓励患者术后尽早下床活动, 自主的腿部运动 (如抬腿) 有助于预防下肢 DVT。对于病情严重、手术创伤大、活动困难或需要长期卧床的患者, 可借助外力辅助进行被动腿部运动<sup>[157-158]</sup>。ACCP 推荐机械性 VTE 预防措施 [如使用梯度弹力袜, 间歇性充气加压装置 (IPC) 和足部脉冲装置] 应在患者入院时至术后完全恢复自主活动期间使用<sup>[159]</sup>。对于大出血风险低的患者, 应当加用低分子肝素 (LMWH) 或肝素 (对肾功能不佳的患者) 进行药物预防。对于大出血高风险患者, 则建议联合使用弹力袜和 IPC 进行机械性预防<sup>[160]</sup>。

**推荐:** 拟行胸外科手术的, 推荐术前进行 VTE 风险宣教, 并使用药物及机械性 VTE 预防措施 (1B)。

## 14 小结

“围手术期气道管理”理念应用于临床实践 10 年来取得了良好效果, 但在临床上还存在一些问题, 比如高危人群识别与诊断、相关学科医护人员对围手术期气道管理理念的认知、用药时机以及时限、患者依从性等仍有待进一步提高或明确。鉴于此, 我们在 2018 年版专家共识基础上, 依据近年来新的临床研究证据和临床实践, 对共识内容进行了拓展和升级, 制定了《中国胸外科围手术期气道管理指南 (2020 版)》。希望该指南能引导胸外科、呼吸科、麻醉科、疼痛科、康复科等多学科协作, 共同推进临床多中心研究, 获取更多的临床研究数据, 使得围手术期气道管理方案在临床实践中更加完善。

利益冲突: 无。

中国胸外科围手术期气道管理指南 (2020 版)  
编写委员会名单

**主编:** 支修益 (首都医科大学宣武医院)、刘伦旭 (四川大学华西医院)

**执笔:** 车国卫 (四川大学华西医院)、胡坚 (浙江大学医学院附属第一医院)

**成员 (按姓氏汉语拼音排序):** 蔡开灿 (南方医科大学南方医院)、陈椿 (福建医科大学附属协和医院)、陈军 (天津医科大学总医院)、陈铭伍 (广西医科大学第一附属医院)、高文 (复旦大学附属华东医院)、何建行 (广州医科大学附属第一医院、广州呼吸健康研究院)、胡雯 (四川大学华西医院)、姜格宁 (同济大学附属上海市肺科医院)、姜杰 (厦门大学附属第一医院)、李辉 (首都医科大学附属北京朝阳医院)、李单青 (北京协和医院)、刘德若 (首都医科大学附属中日友好医院)、刘俊峰 (河北医科大学第四医院)、刘雪梅 (四川大学华西医院)、刘阳 (中国人民解放军总医院)、刘永煜 (沈阳市胸科医院)、田辉 (山东大学齐鲁医院)、王群 (复旦大学附属中山医院)、魏立 (河南省人民医院)、谢薇 (四川大学华西医院)、许顺 (中国医科大学附属第一医院)、薛涛 (东南大学附属中大医院)、杨跃 (北京大学肿瘤医院)、余海 (四川大学华西医院)、张百江 (山东省肿瘤医院)、张春芳 (中南大学湘雅医院)、张兰军 (中山大学附属肿瘤医院)、赵珩 (上海市胸科医院)、郑劲平 (广州医科大学附属第一医院、广州呼吸健康研究院)、周燕丰 (浙江大学医学院附属第一医院)

## 参考文献

- 1 中国加速康复外科专家组. 中国加速康复外科围手术期管理专家共识(2016). *中华外科杂志*, 2016, 54(6): 413-418.
- 2 车国卫, 刘伦旭. 加速肺康复外科, 需要精准治疗吗? *中国肺癌杂志*, 2017, 20(8): 549-554.
- 3 Schmid M, Sood A, Campbell L, et al. Impact of smoking on perioperative outcomes after major surgery. *Am J Surg*, 2015, 210(2): 221-229.
- 4 Mills E, Eyawo O, Lochhart L, et al. Smoking cessation reduces postoperative complications: a systematic review and meta-analysis. *Am J Med*, 2011, 124(2): 144-154.e8.
- 5 魏诗晴, 赖晓全, 韩颖, 等. 术前戒烟时间对术后肺部并发症影响的 Meta 分析. *中华健康管理学杂志*, 2018, 12(1): 32-37.
- 6 Miller JJ. Physiologic evaluation of pulmonary function in the candidate for lung resection. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1993, 105(2): 347-351.
- 7 中国医师协会胸外科医师分会, “胸外科围手术期肺部并发症”研讨会. 胸外科围手术期肺部并发症防治专家共识. *中华胸心血管外科杂志*, 2009, 25(4): 217-218.
- 8 Bolliger CT, Jordan P, Soler M, et al. Exercise capacity as a predictor of postoperative complications in lung resection candidates. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995, 151(5): 1472-1480.
- 9 Markos J, Mullan BP, Hillman DR, et al. Preoperative assessment as a predictor of mortality and morbidity after lung resection. *Am Rev Respir Dis*, 1989, 139(4): 902-910.



- 10 Nakahara K, Ohno K, Hashimoto J, *et al.* Prediction of postoperative respiratory failure in patients undergoing lung resection for lung cancer. *Ann Thorac Surg*, 1988, 46(5): 549-552.
- 11 Puente-Maestú L, Villar F, González-Casurrán G, *et al.* Early and long-term validation of an algorithm assessing fitness for surgery in patients with postoperative FEV<sub>1</sub> and diffusing capacity of the lung for carbon monoxide < 40%. *Chest*, 2011, 139(6): 1430-1438.
- 12 Ferguson MK, Watson S, Johnson E, *et al.* Predicted postoperative lung function is associated with all-cause long-term mortality after major lung resection for cancer. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2014, 45(4): 660-664.
- 13 Celli BR. What is the value of preoperative pulmonary function testing? *Med Clin North Am*, 1993, 77(2): 309-325.
- 14 Kearney DJ, Lee TH, Reilly JJ, *et al.* Assessment of operative risk in patients undergoing lung resection. Importance of predicted pulmonary function. *Chest*, 1994, 105(3): 753-759.
- 15 Harpole DH, Liptay MJ, DeCamp MJ, *et al.* Prospective analysis of pneumonectomy: risk factors for major morbidity and cardiac dysrhythmias. *Ann Thorac Surg*, 1996, 61(3): 977-982.
- 16 Turner SE, Eastwood PR, Cecins NM, *et al.* Physiologic responses to incremental and self-paced exercise in COPD: a comparison of three tests. *Chest*, 2004, 126(3): 766-773.
- 17 Brunelli A, Charloux A, Bolliger CT, *et al.* ERS/ESTS clinical guidelines on fitness for radical therapy in lung cancer patients (surgery and chemo-radiotherapy). *Eur Respir J*, 2009, 34(1): 17-41.
- 18 Brunelli A, Kim AW, Berger KI, *et al.* Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*, 2013, 143(5): e166S-e190S.
- 19 Bolliger CT, Wyser C, Roser H, *et al.* Lung scanning and exercise testing for the prediction of postoperative performance in lung resection candidates at increased risk for complications. *Chest*, 1995, 108(2): 341-348.
- 20 Holden DA, Rice TW, Stelmach K, *et al.* Exercise testing, 6-min walk, and stair climb in the evaluation of patients at high risk for pulmonary resection. *Chest*, 1992, 102(6): 1774-1779.
- 21 Bechara D, Wetstein L. Assessment of exercise oxygen consumption as preoperative criterion for lung resection. *Ann Thorac Surg*, 1987, 44(4): 344-349.
- 22 Olsen GN, Weiman DS, Bolton JWR, *et al.* Submaximal invasive exercise testing and quantitative lung scanning in the evaluation for tolerance of lung resection. *Chest*, 1989, 95(2): 267-273.
- 23 Walsh GL, Morice RC, Putnam JJ, *et al.* Resection of lung cancer is justified in high-risk patients selected by exercise oxygen consumption. *Ann Thorac Surg*, 1994, 58(3): 704-711.
- 24 Bayram AS, Candan T, Gebitekin C. Preoperative maximal exercise oxygen consumption test predicts postoperative pulmonary morbidity following major lung resection. *Respirolog*, 2007, 12(4): 505-510.
- 25 Brunelli A, Belardinelli R, Refai M, *et al.* Peak oxygen consumption during cardiopulmonary exercise test improves risk stratification in candidates to major lung resection. *Chest*, 2009, 135(5): 1260-1267.
- 26 Benzo R, Kelley GA, Recchi L, *et al.* Complications of lung resection and exercise capacity: a meta-analysis. *Respir Med*, 2007, 101(8): 1790-1797.
- 27 Brunelli A, Xiume F, Refai M, *et al.* Peak oxygen consumption measured during the stair-climbing test in lung resection candidates. *Respiration*, 2010, 80(3): 207-211.
- 28 Boujibar F, Gillibert A, Gravier FE, *et al.* Performance at stair-climbing test is associated with postoperative complications after lung resection: a systematic review and meta-analysis. *Thorax*, 2020, 75(9): 791-797.
- 29 Win T, Jackson A, Groves AM, *et al.* Comparison of shuttle walk with measured peak oxygen consumption in patients with operable lung cancer. *Thorax*, 2006, 61(1): 57-60.
- 30 Fennelly J, Potter L, Pompili C, *et al.* Performance in the shuttle walk test is associated with cardiopulmonary complications after lung resections. *J Thorac Dis*, 2017, 9(3): 789-795.
- 31 Wang Z, Zhang J, Cheng Z, *et al.* Factors affecting major morbidity after video-assisted thoracic surgery for lung cancer. *J Surg Res*, 2014, 192(2): 628-634.
- 32 Zaatari M, Stork T, Valdivia D, *et al.* Minimal-invasive approach reduces cardiopulmonary complications in elderly after lung cancer surgery. *J Thorac Dis*, 2020, 12(5): 2372-2379.
- 33 郑春辉, 陈晓美, 涂韵松. I期非小细胞肺癌患者胸腔镜手术后发生并发症的相关因素研究. *现代实用医学*, 2018, 30(8): 1047-1049.
- 34 徐卫华, 钱永跃, 徐忠恒, 等. 肺癌患者围术期并发症发生的危险因素分析. *中国血液流变学杂志*, 2009, 19(1): 82-84, 111.
- 35 陈从华, 明炜. 肺癌微创手术术后并发症发生的影响因素分析. *实用心脑血管病杂志*, 2016, 24(S1): 112-113.
- 36 胡广男. 非小细胞肺癌术后并发症的危险因素分析和预防措施. *中国实用医药*, 2015, 10(34): 55-56.
- 37 李震宇, 张磊冰, 王俊, 等. 胸腔镜治疗老年早期肺癌围术期心肺并发症危险因素分析. *重庆医学*, 2016, 45(22): 3055-3056, 3059.
- 38 Musallam KM, Rosendaal FR, Zaatari G, *et al.* Smoking and the risk of mortality and vascular and respiratory events in patients undergoing major surgery. *JAMA Surg*, 2013, 148(8): 755-762.
- 39 Lin CS, Chang CC, Yeh CC, *et al.* Postoperative adverse outcomes in patients with asthma: A nationwide population-based cohort study. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(3): e2548.
- 40 Yamakage M, Iwasaki S, Namiki A. Guideline-oriented perioperative management of patients with bronchial asthma and chronic obstructive pulmonary disease. *J Anesth*, 2008, 22(4): 412-428.
- 41 杨柳. 吸入性糖皮质激素对气道高反应性的应用及作用机制. *临床与病理杂志*, 2018, 38(3): 664-669.
- 42 熊亮, 陶晓南. 气道高反应性发生机制及与之相关临床疾病. *国际呼吸杂志*, 2006, 26(3): 223-225.
- 43 Lin H, Lu Y, Lin L, *et al.* Does chronic obstructive pulmonary disease relate to poor prognosis in patients with lung cancer?: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(11): e14837.
- 44 Li S J, Zhou X D, Huang J, *et al.* A systematic review and meta-analysis-does chronic obstructive pulmonary disease predispose to bronchopleural fistula formation in patients undergoing lung cancer surgery? *J Thorac Dis*, 2016, 8(7): 1625-1638.
- 45 Li S, Zhou K, Du H, *et al.* Body surface area is a novel predictor for surgical complications following video-assisted thoracoscopic surgery for lung adenocarcinoma: a retrospective cohort study. *BMC Surg*, 2017, 17(1): 69.
- 46 Brunelli A. Algorithm for functional evaluation of lung resection candidates: time for reappraisal? *Respiration*, 2009, 78(1): 117-118.

- 47 Taylor MD, LaPar DJ, Isbell JM, *et al.* Marginal pulmonary function should not preclude lobectomy in selected patients with non-small cell lung cancer. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2014, 147(2): 738-44; Discussion 744-746.
- 48 Gao K, Yu P, Su J, *et al.* Cardiopulmonary exercise testing screening and pre-operative pulmonary rehabilitation reduce postoperative complications and improve fast-track recovery after lung cancer surgery: A study for 342 cases. *Thorac Cancer*, 2015, 6(4): 443-449.
- 49 Smith M, Ellis E. Is retained mucus a risk factor for the development of postoperative atelectasis and pneumonia? -- Implications for the physiotherapist. *Physiother Theory Pract*, 2000, 16(2): 69-80.
- 50 Kulnik ST, Birring SS, Hodsoll J, *et al.* Higher cough flow is associated with lower risk of pneumonia in acute stroke. *Thorax*, 2016, 71(5): 474-475.
- 51 Lai Y, Wang X, Li P, *et al.* Preoperative peak expiratory flow (PEF) for predicting postoperative pulmonary complications after lung cancer lobectomy: a prospective study with 725 cases. *J Thorac Dis*, 2018, 10(7): 4293-4301.
- 52 D'Journo XB, Rolain JM, Doddoli C, *et al.* Airways colonizations in patients undergoing lung cancer surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2011, 40(2): 309-319.
- 53 高珂, 赖玉田, 黄健, 等. 肺癌肺叶切除患者术前存在气道定植菌与术后肺炎的发生有相关性吗? *中国肺癌杂志*, 2017, 20(4): 239-247.
- 54 Yeh DD, Fuentes E, Quraishi SA, *et al.* Adequate nutrition may get you home: Effect of caloric/protein deficits on the discharge destination of critically ill surgical patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2016, 40(1): 37-44.
- 55 Sebio Garcia R, Yáñez Brage MI, Giménez Moolhuyzen E, *et al.* Functional and postoperative outcomes after preoperative exercise training in patients with lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2016, 23(3): 486-497.
- 56 Sekine Y, Chiyo M, Iwata T, *et al.* Perioperative rehabilitation and physiotherapy for lung cancer patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg*, 2005, 53(5): 237-243.
- 57 Divisi D, Di Francesco C, Di Leonardo G, *et al.* Preoperative pulmonary rehabilitation in patients with lung cancer and chronic obstructive pulmonary disease. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2013, 43(2): 293-296.
- 58 Licker M, Karenovics W, Diaper J, *et al.* Short-Term preoperative high-intensity interval training in patients awaiting lung cancer surgery: A randomized controlled trial. *J Thorac Oncol*, 2017, 12(2): 323-333.
- 59 Lai Y, Huang J, Yang M, *et al.* Seven-day intensive preoperative rehabilitation for elderly patients with lung cancer: a randomized controlled trial. *J Surg Res*, 2017, 209: 30-36.
- 60 赖玉田, 苏建华, 杨梅, 等. 术前短期综合肺康复训练对肺癌合并轻中度慢性阻塞性肺病患者的影响: 一项前瞻性随机对照试验. *中国肺癌杂志*, 2016, 19(11): 746-753.
- 61 Lai Y, Su J, Qiu P, *et al.* Systematic short-term pulmonary rehabilitation before lung cancer lobectomy: a randomized trial. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2017, 25(3): 476-483.
- 62 Zhou K, Lai YT, Wang Y, *et al.* Comprehensive pulmonary rehabilitation is an effective way for better postoperative outcomes in surgical lung cancer patients with risk factors: a propensity score-matched retrospective cohort study. *Cancer Manag Res*, 2020, 12: 8903-8912.
- 63 Huang J, Lai Y, Zhou X, *et al.* Short-term high-intensity rehabilitation in radically treated lung cancer: a three-armed randomized controlled trial. *J Thorac Dis*, 2017, 9(7): 1919-1929.
- 64 Lai Y, Wang X, Zhou K, *et al.* Impact of one-week preoperative physical training on clinical outcomes of surgical lung cancer patients with limited lung function: a randomized trial. *Ann Transl Med*, 2019, 7(20): 544.
- 65 Silvanus MT, Groeben H, Peters J. Corticosteroids and inhaled salbutamol in patients with reversible airway obstruction markedly decrease the incidence of bronchospasm after tracheal intubation. *Anesthesiology*, 2004, 100(5): 1052-1057.
- 66 Liccardi G, Salzillo A, Sofia M, *et al.* Bronchial asthma. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2012, 25(1): 30-37.
- 67 中华医学会呼吸病学分会哮喘学组. 支气管哮喘防治指南 (2016 年版). *中华结核和呼吸杂志*, 2016, 39(9): 675-697.
- 68 Nojiri T, Inoue M, Yamamoto K, *et al.* Inhaled tiotropium to prevent postoperative cardiopulmonary complications in patients with newly diagnosed chronic obstructive pulmonary disease requiring lung cancer surgery. *Surg Today*, 2014, 44(2): 285-290.
- 69 Leiro-Fernandez V, Priegue CA, Fernandez-Villar A. Efficacy of double bronchodilation (LABA+LAMA) in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and lung cancer. *Arch Bronconeumol*, 2016, 52(12): 622-623.
- 70 Suzuki H, Sekine Y, Yoshida S, *et al.* Efficacy of perioperative administration of long-acting bronchodilator on postoperative pulmonary function and quality of life in lung cancer patients with chronic obstructive pulmonary disease. Preliminary results of a randomized control study. *Surg Today*, 2010, 40(10): 923-930.
- 71 Takegahara K, Usuda J, Inoue T, *et al.* Preoperative management using inhalation therapy for pulmonary complications in lung cancer patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2017, 65(7): 388-391.
- 72 Shelley RS, Thomas MO, Edwin ES. Meta-analysis: respiratory tolerance to regular  $\beta_2$ -agonist use in patients with asthma. *Ann Intern Med*, 2004, 140: 802.
- 73 Barnes PJ. Glucocorticosteroids: current and future directions. *Br J Pharmacol*, 2011, 163(1): 29-43.
- 74 Ju NY, Gao H, Huang W, *et al.* Therapeutic effect of inhaled budesonide (Pulmicort(R) Turbuhaler) on the inflammatory response to one-lung ventilation. *Anaesthesia*, 2014, 69(1): 14-23.
- 75 Li W, Zhao Y, Sun Z, *et al.* Lung protective effects of budesonide nebulization during perioperative period of thoracolumbar fusion. *J Thorac Dis*, 2014, 6(12): 1800-1807.
- 76 刘玉, 张梅, 袁未, 等. 伴中、重度慢性阻塞性肺疾病行开胸手术患者围手术期气道管理药物应用评价. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2015, 22(12): 1104-1108.
- 77 余祖滨, 卢潇, 王静思, 等. 布地奈德联合异丙托溴铵雾化吸入对围手术期肺癌合并中重度 COPD 患者的临床应用研究. *临床肺科杂志*, 2019, 24(10): 1851-1854.
- 78 Bölükbas S, Eberlein M, Eckhoff J, *et al.* Short-term effects of inhalative tiotropium/formoterol/budesonide versus tiotropium/formoterol in patients with newly diagnosed chronic obstructive pulmonary disease requiring surgery for lung cancer: a prospective randomized trial. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2011, 39(6): 995-1000.



- 79 Baker WL, Anglade MW, Baker EL, *et al.* Use of N-acetylcysteine to reduce post-cardiothoracic surgery complications: a meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2009, 35(3): 521-527.
- 80 宗川曰, 解成兰, 李茂. 福多司坦治疗全麻插管术后咳嗽及预防术后肺炎的临床疗效研究. *新疆医科大学学报*, 2019, 42(4): 525-528.
- 81 高阳, 程远大, 董硕, 等. 围术期应用氨溴索对胸腔镜下肺叶切除术后肺癌患者的作用. *中南大学学报(医学版)*, 2014, 39(8): 849-854.
- 82 Odor PM, Bampoe S, Gilhooly D, *et al.* Perioperative interventions for prevention of postoperative pulmonary complications: systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 2020, 368: m540.
- 83 Sok M, Dragas AZ, Erzen J, *et al.* Sources of pathogens causing pleuropulmonary infections after lung cancer resection. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2002, 22(1): 23-29.
- 84 Ioanas M, Angrill J, Baldo X, *et al.* Bronchial bacterial colonization in patients with resectable lung carcinoma. *Eur Respir J*, 2002, 19(2): 326-332.
- 85 Belda J, Cavalcanti M, Ferrer M, *et al.* Bronchial colonization and postoperative respiratory infections in patients undergoing lung cancer surgery. *Chest*, 2005, 128(3): 1571-1579.
- 86 Dancewicz M, Szymankiewicz M, Bella M, *et al.* Bronchial bacterial colonization in patients with lung cancer. *Pneumonol Alergol Pol*, 2009, 77(3): 242-247.
- 87 Schussler O, Alifano M, Dermine H, *et al.* Postoperative pneumonia after major lung resection. *Am J Respir Crit Care Med*, 2006, 173(10): 1161-1169.
- 88 Soler N, Ewig S, Torres A, *et al.* Airway inflammation and bronchial microbial patterns in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*, 1999, 14(5): 1015-1022.
- 89 文冰亭, 赵荣生. 吸入给药装置的结构原理及使用. *临床药物治疗杂志*, 2008, 6(1): 41-48.
- 90 中国医学装备协会呼吸病学专委会吸入治疗与呼吸康复学组, 中国慢性阻塞性肺疾病联盟. 稳定期慢性气道疾病吸入装置规范应用中国专家共识. *中华结核和呼吸杂志*, 2019, 42(4): 241-253.
- 91 刘祖春. 吸入疗法的两种给药方式: 吸入剂与雾化. *家庭医学: 下半月*, 2019, 3: 56-57.
- 92 冯彩霞, 王建利. 雾化吸入和气囊剂吸入两种方式对急性哮喘发作效果评价. *医学信息(下旬刊)*, 2011, 24(1): 302.
- 93 韩丽华. 雾化吸入给药的应用现状及临床研究进展. *中国医药指南*, 2019, 17(8): 19-20.
- 94 李轰. 布地奈德联合特布他林雾化吸入治疗对肺叶切除术肺癌患者围手术期肺功能的影响. *临床合理用药*, 2019, 12(4): 52-53.
- 95 成人慢性气道疾病雾化吸入治疗专家组. 成人慢性气道疾病雾化吸入治疗专家共识. *中国呼吸与危重监护杂志*, 2012, 11(2): 105-110.
- 96 中华医学会临床药学分会《雾化吸入疗法合理用药专家共识》编写组. 雾化吸入疗法合理用药专家共识(2019年版). *医药导报*, 2019, 38(2): 135-146.
- 97 Vehring R, Lechuga-Ballesteros D, Joshi V, *et al.* Cosuspensions of microcrystals and engineered microparticles for uniform and efficient delivery of respiratory therapeutics from pressurized metered dose inhalers. *Langmuir*, 2012, 28(42): 15015-15023.
- 98 Doty A, Schroeder J, Vang K, *et al.* Drug delivery from an innovative LAMA/LABA co-suspension delivery technology fixed-dose combination MDI: Evidence of consistency, robustness, and reliability. *AAPS PharmSciTech*, 2018, 19(2): 837-844.
- 99 De Backer W, De Backer J, Vos W, *et al.* A randomized study using functional respiratory imaging to characterize bronchodilator effects of glycopyrrolate/formoterol fumarate delivered by a metered dose inhaler using co-suspension delivery technology in patients with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2018, 13: 2673-2684.
- 100 Lechuga-Ballesteros D, Noga B, Vehring R, *et al.* Novel cosuspension metered-dose inhalers for the combination therapy of chronic obstructive pulmonary disease and asthma. *Future Med Chem*, 2011, 3(13): 1703-1718.
- 101 Low DE, Allum W, De Manzoni G, *et al.* Guidelines for perioperative care in esophagectomy: enhanced recovery after surgery (ERAS<sup>®</sup>) Society Recommendations. *World J Surg*, 2019, 43(2): 299-330.
- 102 中华医学会外科学分会, 中华医学会麻醉学分会. 加速康复外科中国专家共识及路径管理指南(2018版). *中国实用外科杂志*, 2018, 38(1): 1-20.
- 103 Myles PS, Leslie K, Mcneil J, *et al.* Bispectral index monitoring to prevent awareness during anaesthesia: the B-Aware randomised controlled trial. *Lancet*, 2004, 363(9423): 1757-1763.
- 104 Flaishon R, Windsor A, Sigl J, *et al.* Recovery of consciousness after thiopental or propofol. Bispectral index and isolated forearm technique. *Anesthesiology*, 1997, 86(3): 613-619.
- 105 Brassard CL, Lohser J, Donati F, *et al.* Step-by-step clinical management of one-lung ventilation: continuing professional development. *Can J Anaesth*, 2014, 61: 1103-1121.
- 106 Ferrando C, Mugarra A, Gutierrez A, *et al.* Setting individualized positive end-expiratory pressure level with a positive end-expiratory pressure decrement trial after a recruitment maneuver improves oxygenation and lung mechanics during one-lung ventilation. *Anesth Analg*, 2014, 118: 657-665.
- 107 Xue L, Fan H, Shi W, *et al.* Preoperative 3-dimensional computed tomography lung simulation before video-assisted thoracoscopic anatomic segmentectomy for ground glass opacity in lung. *J Thorac Dis*, 2018, 10(12): 6598-6605.
- 108 Zhou D, Deng XF, Liu QX, *et al.* Single chest tube drainage is superior to double chest tube drainage after lobectomy: a meta-analysis. *J Cardiothorac Surg*, 2016, 11(1): 88.
- 109 Lai Y, Wang X, Zhou H, *et al.* Is it safe and practical to use a Foley catheter as a chest tube for lung cancer patients after lobectomy? A prospective cohort study with 441 cases. *Int J Surg*, 2018, 56: 215-220.
- 110 Kim SS, Khalpey Z, Daugherty SL, *et al.* Factors in the selection and management of chest tubes after pulmonary lobectomy: results of a national survey of thoracic surgeons. *Ann Thorac Surg*, 2016, 101(3): 1082-1088.
- 111 Zhang X, Lv D, Li M, *et al.* The single chest tube versus double chest tube application after pulmonary lobectomy: A systematic review and meta-analysis. *J Cancer Res Ther*, 2016, 12(Supplement): C309-C316.
- 112 杨梅, 樊骏, 周红霞, 等. 胸腔镜肺癌肺叶切除术后 16 F 较 28 F 胸腔引流管应用的临床优势. *中国肺癌杂志*, 2015, 18(8): 512-517.
- 113 Apostolakis EE, Baikoussis NG. Single or double drain after lung resections? *Eur J Cardiothorac Surg*, 2009, 36(2): 424.

- 114 Batchelor TJP, Rasburn NJ, Abdelnour-Berchtold E, *et al.* Guidelines for enhanced recovery after lung surgery: recommendations of the Enhanced Recovery After Surgery (ERAS<sup>®</sup>) Society and the European Society of Thoracic Surgeons (ESTS). *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019, 55(1): 91-115.
- 115 Coughlin SM, Emmerton-Coughlin HM, Malthaner R. Management of chest tubes after pulmonary resection: a systematic review and meta-analysis. *Can J Surg*, 2012, 55: 264-270.
- 116 Deng B, Tan QY, Zhao YP, *et al.* Suction or non-suction to the underwater seal drains following pulmonary operation: meta-analysis of randomised controlled trials. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2010, 38: 210-215.
- 117 Gao S, Zhang Z, Arago'n J, *et al.* The Society for Translational Medicine: clinical practice guidelines for the postoperative management of chest tube for patients undergoing lobectomy. *J Thorac Dis*, 2017, 9: 3255-3264.
- 118 Qiu T, Shen Y, Wang MZ, *et al.* External suction versus water seal after selective pulmonary resection for lung neoplasm: a systematic review. *PLoS One*, 2013, 8: e68087.
- 119 Zhang TX, Zhang Y, Liu ZD, *et al.* The volume threshold of 300 versus 100 ml/day for chest tube removal after pulmonary lobectomy: a meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2018, 27(5): 695-702.
- 120 Zhou J, Lyu M, Chen N, *et al.* Digital chest drainage is better than traditional chest drainage following pulmonary surgery: a meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2018, 54(4): 635-643.
- 121 俞文峰, 潘亮, 张洁萍, 等. 新型无水胸腔负压引流装置在胸外科手术术后患者中的应用研究. *中国肺癌杂志*, 2020, 23(6): 509-513.
- 122 慕腾, 姜冠潮, 李晓, 等. 胸腔镜肺切除术后持续咳嗽的多因素分析. *中国微创外科杂志*, 2017, 17(7): 577-580.
- 123 Xie MR, Zhu YF, Zhou MQ, *et al.* Analysis of factors related to chronic cough after lung cancer surgery. *Thorac Cancer*, 2019, 10(4): 898-903.
- 124 邓城庆, 朱晓雷. 胸腔镜肺叶切除术后咳嗽的研究进展. *中国微创外科杂志*, 2020, 20(4): 354-357.
- 125 Gao YH, Guan WJ, Xu G, *et al.* Validation of the mandarin Chinese version of the Leicester Cough Questionnaire in bronchiectasis. *Int J Tuberc Lung Dis*, 2014, 18(12): 1431-1437.
- 126 林嵘嘉, 车国卫, 徐志华, 等. 中文版莱斯特咳嗽问卷的改良及验证. *中国肺癌杂志*, 2017, 20(7): 468-472.
- 127 Sawada S, Suehisa H, Yamashita M. Inhalation of corticosteroid and  $\beta$ -agonist for persistent cough following pulmonary resection. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2012, 60(5): 285-288.
- 128 Miyamoto H, Sakao Y, Sakuraba M, *et al.* Usefulness of suplatast tosilate for chronic cough following lung cancer surgery. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2009, 57(9): 463-466.
- 129 Sawabata N, Maeda H, Takeda S, *et al.* Persistent cough following pulmonary resection: observational and empiric study of possible causes. *Ann Thorac Surg*, 2005, 79(1): 289-293.
- 130 Bao W, Chen Q, Lin Y, *et al.* Efficacy of procaterol combined with inhaled budesonide for treatment of cough-variant asthma. *Respirology*, 2013, 18 Suppl 3: 53-61.
- 131 Tagaya E, Kondo M, Kirishi S, *et al.* Effects of regular treatment with combination of salmeterol/fluticasone propionate and salmeterol alone in cough variant asthma. *J Asthma*, 2015, 52(5): 512-518.
- 132 王成硕, 程雷, 刘争, 等. 耳鼻咽喉头颈外科围术期气道管理专家共识. *中国耳鼻咽喉头颈外科*, 2019, 26(9): 463-471.
- 133 Kol E, Erdogan A, Karshi B. Nature and intensity of the pain following thoracotomy. *Int J Nurs Pract*, 2012, 18(1): 84-90.
- 134 Refai M, Brunelli A, Salati M, *et al.* The impact of chest tube removal on pain and pulmonary function after pulmonary resection. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2012, 41(4): 820-822.
- 135 Chou R, Gordon DB, Leon-Casasola OA, *et al.* Management of postoperative pain: A clinical practice guideline from the American Pain Society, the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, and the American Society of Anesthesiologists' Committee on Regional Anesthesia, Executive Committee, and Administrative Council. *J Pain*, 2016, 17(2): 131-157.
- 136 Ong CK, Seymour RA, Lirk P, *et al.* Combining paracetamol (acetaminophen) with nonsteroidal anti inflammatory drugs: a qualitative systematic review of analgesic efficacy for acute postoperative pain. *Anesth Analg*, 2010, 110(4): 1170-1179.
- 137 Keenan DJ, Cave K, Langdon L, *et al.* Comparative trial of rectal indomethacin and cryoanalgesia for control of early postthoracotomy pain. *Br Med J (Clin Res Ed)*, 1983, 287(6402): 1335-1337.
- 138 Pavy T, Medley C, Murphy DF. Effect of indomethacin on pain relief after thoracotomy. *Br J Anaesth*, 1990, 65(5): 624-627.
- 139 Rhodes M, Conacher I, Morrill G, *et al.* Nonsteroidal antiinflammatory drugs for postthoracotomy pain. A prospective controlled trial after lateral thoracotomy. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1992, 103(1): 17-20.
- 140 Barak M, Ziser A, Katz Y. Thoracic epidural local anesthetics are ineffective in alleviating post-thoracotomy ipsilateral shoulder pain. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2004, 18(4): 458-460.
- 141 Burgess FW, Anderson DM, Colonna D, *et al.* Ipsilateral shoulder pain following thoracic surgery. *Anesthesiology*, 1993, 78(2): 365-368.
- 142 Cook TM, Riley RH. Analgesia following thoracotomy: a survey of Australian practice. *Anaesth Intensive Care*, 1997, 25(5): 520-524.
- 143 Remy C, Marret E, Bonnet F. Effects of acetaminophen on morphine side-effects and consumption after major surgery: meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth*, 2005, 94(4): 505-513.
- 144 Dahl V, Raeder JC. Non-opioid postoperative analgesia. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2000, 44(10): 1191-1203.
- 145 徐建国. 成人手术后疼痛处理专家共识. *临床麻醉学杂志*, 2017, 33(9): 911-917.
- 146 李跃, 宫立群, 徐锋, 等. 罗哌卡因肋间神经阻滞对肺癌患者胸腔镜术后镇痛效果的影响. *中国肿瘤临床*, 2017, 44(12): 605-607.
- 147 Brunelli A. Deep vein thrombosis/pulmonary embolism: prophylaxis, diagnosis, and management. *Thorac Surg Clin*, 2012, 22(1): 25-28.
- 148 Dentali F, Malato A, Ageno W, *et al.* Incidence of venous thromboembolism in patients undergoing thoracotomy for lung cancer. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2008, 135(3): 705-706.
- 149 Hicks LK, Cheung MC, Ding K, *et al.* Venous thromboembolism and nonsmall cell lung cancer: a pooled analysis of National Cancer Institute of Canada Clinical Trials Group trials. *Cancer*, 2009, 115(23): 5516-5525.
- 150 De Martino RR, Goodney PP, Spangler EL, *et al.* Variation in thromboembolic complications among patients undergoing

- commonly performed cancer operations. *J Vasc Surg*, 2012, 55(4): 1035-1040.e4.
- 151 Rollins KE, Peters CJ, Safranek PM, *et al*. Venous thromboembolism in oesophago-gastric carcinoma: incidence of symptomatic and asymptomatic events following chemotherapy and surgery. *Eur J Surg Oncol*, 2011, 37(12): 1072-1077.
- 152 Christensen TD, Vad H, Pedersen S, *et al*. Venous thromboembolism in patients undergoing operations for lung cancer: a systematic review. *Ann Thorac Surg*, 2014, 97(2): 394-400.
- 153 Di Nisio M, Peinemann F, Porreca E, *et al*. Primary prophylaxis for venous thromboembolism in patients undergoing cardiac or thoracic surgery. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015, 19(6): CD009658.
- 154 宋春风, 李辉, 田博, 等. 胸外科术后静脉血栓栓塞症发生情况的单中心前瞻性队列研究. *中华外科杂志*, 2018, 56(4): 284-288.
- 155 Hachey KJ, Hewes PD, Porter LP, *et al*. Caprini venous thromboembolism risk assessment permits selection for postdischarge prophylactic anticoagulation in patients with resectable lung cancer. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2016, 151(1): 37-44.
- 156 Hachey KJ, Sterbling H, Choi DS, *et al*. Prevention of postoperative venous thromboembolism in thoracic surgical patients: Implementation and evaluation of a caprini risk assessment protocol. *J Am Coll Surg*, 2016, 222(6): 1019-1027.
- 157 Caprini JA. Individual risk assessment is the best strategy for thromboembolic prophylaxis. *Dis Mon*, 2010, 56(10): 552-559.
- 158 Kierkegaard A, Norgren L, Olsson CG, *et al*. Incidence of deep vein thrombosis in bedridden non-surgical patients. *Acta Med Scand*, 1987, 222(5): 409-414.
- 159 Gould MK, Garcia DA, Wren SM, *et al*. Prevention of VTE in nonorthopedic surgical patients: antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*, 2012, 141(2 Suppl): e227S-e277S.
- 160 Gee E. The National VTE Exemplar Centres Network response to implementation of updated NICE guidance: venous thromboembolism in over 16s: reducing the risk of hospital-acquired deep vein thrombosis or pulmonary embolism (NG89). *Br J Haematol*, 2019, 186(5): 792-793.

收稿日期: 2020-12-23 修回日期: 2020-12-23  
本文编辑: 刘雪梅