

# 骨科围术期肺部并发症的 评估与管理

谢鹤展 孙旗◎著



中国协和医科大学出版社

# 骨科围术期肺部并发症的 评估与管理

谢鹤展 孙 旗 著

 中国协和医科大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

骨科围术期肺部并发症的评估与管理 / 谢鹤展, 孙旗著. —北京: 中国协和医科大学出版社, 2015. 6

ISBN 978-7-5679-0335-7

I. ①骨… II. ①谢… ②孙… III. ①骨损伤-外科手术-围手术期  
IV. ①R683

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 097996 号

---

## 骨科围术期肺部并发症的评估与管理

---

作 者: 谢鹤展 孙 旗  
责任编辑: 吴桂梅

---

出版发行: 中国协和医科大学出版社  
(北京东单三条九号 邮编 100730 电话 65260378)

网 址: [www.pumcp.com](http://www.pumcp.com)  
经 销: 新华书店总店北京发行所  
印 刷: 北京佳艺恒彩印刷有限公司

---

开 本: 710×1000 1/16 开  
印 张: 8.25  
字 数: 118 千字  
版 次: 2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月第 1 次印刷  
印 数: 1—2000  
定 价: 28.00 元

---

ISBN 978-7-5679-0335-7

---

(凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页及其他质量问题, 由本社发行部调换)

## 序 言

---

围术期的处理是手术成败和患者康复的关键因素。以往医生往往重视手术本身，而忽视了围术期的处理。事实上手术的完成仅仅是治疗的一部分。

围术期是围绕手术的一个完整的全过程。手术前医生需要全面了解患者情况，对患者进行详细的体格检查和必要的辅助检查。同时，需对患者进行疾病相关知识及手术相关问题的宣教。针对患者对手术的焦虑或疑问给予解答，让患者了解治疗详细的过程，减轻患者的心理负担，使其配合治疗和康复，有利于提高疗效。此外，要重视术后管理，包括规范的术后评估以及科学的康复计划，体现以人为本的医学人文精神。

骨科围术期肺部并发症是最常见的并发症之一，不仅会影响手术的疗效，甚至会给患者带来意外的风险，对患者的心理、生理造成极大伤害。目前骨科医生已经开始关注围手术期肺部并发症的评估及其规范化管理，包括对患者呼吸系统情况制定合理准确的治疗方案，预防肺部并发症的发生。谢鹤展和孙旗医生集多年临床经验并结合最新的骨科诊疗指南，合力编写了《骨科围手术期肺部并发症的评估和管理》一书，为保护患者围术期安全，促进患者顺利康复，提供了具有临床意义的实践指导。

希望此书能为骨科同仁的临床实践提供帮助，也希望它能成为骨科医生的良师益友，造福于民。



中国工程院院士  
北京协和医院教授

2015年6月

## 前 言

---

近年来由于科技水平的不断发展，骨科新技术、新方法的不断涌现，很多骨科疾病都可以通过各种手术来治疗。国内骨科医生对许多国际前沿的新技术已基本熟练应用，并业已形成自己的经验，但是，如何能够让患者安全舒适的度过围术期、顺利恢复健康是摆在骨科医生面前不可避免的问题。可以说围术期处理的适当与否，直接影响到患者的康复。这一点我们与国外发达国家从理念、技术、方法等多方面仍然存在差距，骨科医生已经开始关注围术期的疼痛控制和术后功能康复以及围手术期规范化管理。围术期的规范化管理要求医生详细评估患者的疾病及一般情况，制定合理准确的治疗原则、手术计划，预防并发症的发生，帮助患者树立康复信心，让患者获得安全舒适的治疗和康复。

本书从骨科高发围术期并发症的呼吸系统入手，结合临床经验和诊疗指南，对骨科围术期出现的危重疾病和常见疾病共10个病种进行了深入探讨，力图做到详略得当，适于临床，为保护患者围术期安全、促进患者顺利康复提供了极具价值的理论更新和实际指导。

我们的目标受众是维护患者围术期安全的各专科医生和护理人员，包括麻醉医生、骨科医生、内科医生和护理人员，你们在阅读本书时会发现有价值的信息。我们坚定地相信这本书所传达的理念是骨科临床重要组成部分。虽然本书仅涉及呼吸系统的病种，但是“不积跬步无以至千里；不积小流无以成江海”，一小步的开端为今后的更新扩展奠定了良好的基础。在此特别推荐本书，希望医生们能够通过本书为更多的患者提供更高水平的医疗服务。

本书编撰历时一年，由于经验有限，加之时间仓促，编者虽阅读国内外大量专著和最新文献，反复推敲，但仍恐有疏漏或措辞不妥之处，还望各位同道不吝赐教。

谢鹤展 孙 旗

2015年4月

# 目 录

第一章 概述 .....	1
第二章 术前评估 .....	5
第一节 患者基本身体状况相关的危险因素 .....	5
第二节 手术相关的危险因素 .....	13
第三节 完善术前评估的相关检查 .....	14
第四节 术后肺炎和呼吸衰竭的风险指数 .....	18
第三章 哮喘 .....	24
第一节 概述 .....	24
第二节 围术期管理原则 .....	27
第三节 术前评估 .....	28
第四节 术前及术后处理措施 .....	32
第四章 急性呼吸窘迫综合征 .....	37
第一节 概述 .....	37
第二节 发病机制及病理分期 .....	43
第三节 处理措施 .....	45
第四节 幸存者功能恢复 .....	58
第五章 静脉血栓和肺栓塞 .....	62
第一节 概述 .....	62
第二节 骨科大手术深静脉血栓的预防 .....	65
第三节 静脉血栓和肺栓塞的诊断 .....	70
第四节 静脉血栓和肺栓塞的治疗 .....	73
第六章 肺水肿 .....	81
第一节 概述 .....	81
第二节 病因及发病机制 .....	82
第三节 诊断和治疗 .....	85

第七章 肺不张 .....	89
第一节 概述 .....	89
第二节 肺不张的诊断 .....	91
第三节 肺不张的治疗 .....	94
第八章 医院获得性肺炎 .....	98
第一节 概述 .....	98
第二节 病因及发病机制 .....	99
第三节 临床管理 .....	102
第九章 其他术后肺部并发症 .....	110
第一节 低氧血症 .....	110
第二节 误吸 .....	114
第三节 阻塞性睡眠呼吸暂停 .....	116
第四节 胸腔积液 .....	121

# 第一章 概 述

## 一、引言

在骨科手术的围术期，肺部并发症与心脏并发症同样常见，有时甚至多于心脏并发症（2.7% 比 2.5%），并具有更高的死亡率，因此，临床骨科围术期肺部并发症（preoperative pulmonary complications, PPCs）需要我们特别关注。患有慢性呼吸功能障碍疾病的患者因骨科手术治疗时属于高危状态。手术切口距肺部愈近，则并发症愈多。尽管如此，一般患者仍可能安全地度过手术危险期，但术后问题则可能不断出现，所以，慢性呼吸功能障碍患者的围术期处理得当与否，将直接决定术后患者的转归。围术期肺部并发症包括哮喘急性发作、急性呼吸窘迫综合征、肺栓塞、肺水肿、低氧血症、肺不张、肺炎、误吸和胸腔积液等。

围术期肺部并发症常常预后不佳。一项针对 70 岁左右住院患者的前瞻性研究显示，纳入范围内所有非心脏手术患者中，术后 3 年内死亡率相关的危险因素中，围术期肺部并发症是降低寿命的独立相关因素。这一发现肯定了积极诊治围术期肺部并发症的重要临床意义。

围术期肺部并发症的准确发病率取决于评价标准、被评估人群和手术类型。而评判并发症的标准不同，现有的各项研究所得出的发病率则差别很大，比如对于上腹部手术的发病率研究显示围术期并发症最低为 5%，最高可达 80%，由此可见，用于定义并发症的标准对评价围术期肺部并发症的发病率有很大影响。

一些临床看似不起眼的事件，比如微小肺不张，可能对围术期的管理产生不小的影响。理论上，肺不张会在所有行全身麻醉的患者身上发生，只是临床没有全部明确观察出来。在腹部手术中微小肺不张经常发生，但



通常不会影响患者康复和住院时间。尽管肺不张并不是肺炎的先决条件，但是在高危患者中，微小肺不张可能发展为肺炎，也可能扩展成临床可以观察到的肺不张，通常涉及整个肺叶甚至全肺。

## 二、骨科手术围术期肺部的生理变化

过去的 50 多年里，关于对麻醉中和麻醉后肺生理变化的认识逐步加深。相关的改变有：①在温和的麻醉水平，出现单调呼吸和浅呼吸；②肺不张；③通气/血流（V/Q）比值异常（分流增加高达 8%~10%）；④肺活量降低（50%~60%）；⑤吸入性麻醉导致的缺氧性肺血管收缩衰减；⑥静息肺容量和功能余气量（FRC）减少 15%~30%。功能余气量下降的相关因素如下：①体位（从直立到仰卧）引起膈肌向上移位大约 4cm；②在全身麻醉下，胸廓肌肉张力的相关改变；③肌松剂的使用；④过量补液和特殊的手术体位（比如特伦德伦伯卧位，10°~20°的头低位）。

早期气道关闭导致闭合气量增加，功能余气量减少，进而导致肺通气量明显降低，导致了缺氧和其他并发症。闭合气量（CC）是气道开始关闭时气体的体积。在健康的年轻研究对象中，闭合气量的发生在功能余气量（FRC）之后，是指在一个正常的潮汐呼吸后残留在肺内的气体体积。然而，在一些特殊情况下，闭合气量提前发生，功能余气量减少，或同时发生。因为闭合气量与功能余气量的比值增大，在一个正常且完整的潮汐呼吸结束前气道就已经关闭，导致通气/血流比值异常和潜在的分流。非肺部因素也加剧 CC/FRC 比值的增加，包括仰卧体位、镇静剂或麻醉剂、肥胖、腹围的增加（肠梗阻等）、胸腹部的粘连、手术切口疼痛、肌力减弱、营养不良、固定不动、长期高浓度吸氧。导致 CC/FRC 改变的肺部因素包括：间质水肿、表面活性物质缺失、因炎症引起的气道阻塞、支气管收缩和分泌物滞留。通气/血流比值（V/Q）异常可导致缺氧。

## 三、术后并发症

术后肺部并发症被定义为在术后发生的肺部异常情况并产生对临床治疗过程有不利影响的疾病或功能障碍。该定义包括肺炎、肺不张、肺栓

塞、胸腔积液、气胸、肺水肿和低氧血症等（图 1-1）。术后肺部并发症最多见于术后第 1 周，特别是术后 24~72 小时最可能出现特殊问题。术后肺部并发症是所有术后并发症中花费最多、比术后心脏并发症更多见、有更长的住院时间。

与患者自身的危险因素相比，诸如切口部位、麻醉类型和持续时间，以及术后镇痛和镇静等手术因素可能是术后肺部并发症更重要的决定因素。患者自身的因素诸如阻塞性气道疾病、吸烟、高龄、肥胖、睡眠呼吸暂停和肺动脉高压显著增加了风险。应对这些患者在术前进行评估，以确定这些因素的危险程度，并努力改善风险状况。

术后肺部并发症的发病可能从手术室开始。麻醉造成通气不足和肺容量减少，手术引发肺不张和呼吸道感染。术后制动会导致血栓栓塞性疾病的风险升高。相关因素会造成术后低氧血症，这对于呼吸功能储备有限的患者可能进展为呼吸衰竭。大多数的生理变化会在术后 1~2 周后好转。需要明确的是，即使拥有最佳的围术期护理条件，有些患者还是会发生明显的术后肺部问题。

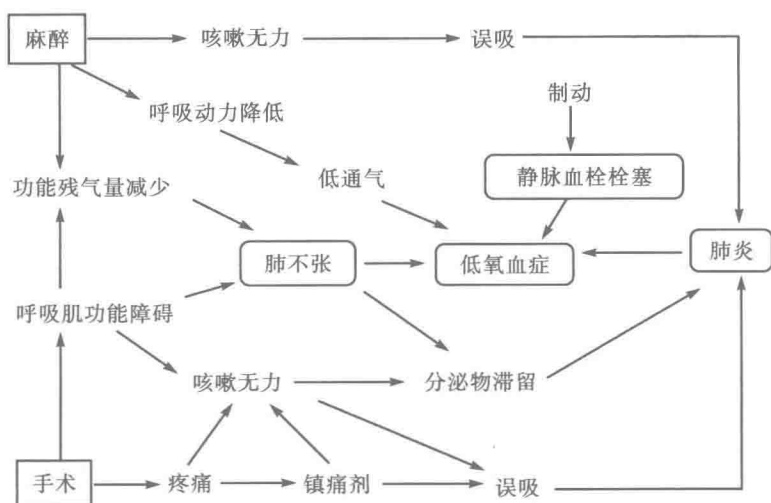


图 1-1 术后肺部主要并发症

### 参 考 文 献

- [1] Smetana GW, Lawrence VA, Cornell JE. Preoperative pulmonary risk stratification for no cardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians[J]. *Ann Intern Med*, 2006, 144 : 581-595.
- [2] Agostini P, Cieslik H, Rathinam S, et al. Postoperative pulmonary complications following thoracic surgery: are there any modifiable risk factors[J]? *Thorax*, 2010, 65 : 815-818.
- [3] Turan A, Mascha EJ, Roberman D et al. Smoking and perioperative outcomes[J]. *Anesthesiology*, 2011, 11 : 837-747.
- [4] Smetana GW, Conde MV. Preoperative pulmonary update[J]. *Clin Geriatr Med*, 2008, 24 : 607-624.
- [5] Pelosi P, Gregoretti C. Perioperative management of obese patients[J]. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*, 2010, 24 : 211-225.
- [6] 陆文良, Dewan Sheilesh Kumar, 郑松柏, 等. 住院老年手术患者围术期并发症与死亡情况分析[J]. *中华老年医学杂志*, 2013, 32 (12) : 1319-1321.
- [7] Michael F Lubin, Thomas F Dodson, Neil H Winawer. *Medical Management of Surgical Patient*. 15th ed[J]. London: Cambridge University Press, 2013.

## 第二章 术前评估

最有效的围术期肺部评估方案是用患者临床表现和手术相关风险的数据去判断手术风险。2006年，美国内科医师学会（American College of Physicians, ACP）发布了一项指南，针对行非心肺手术患者术后肺部并发症进行评估并降低肺部并发症发病率的策略。该指南对不同危险因素的相关性和干预措施的有效性做了评估，其中部分结果对以往的临床知识做了进一步更新，很有借鉴价值。例如，该研究表明，糖尿病、HIV感染和口咽细菌培养阳性不是围术期肺部并发症发生的危险因素。

如果病史和体格检查表明患者合并有明显的心肺疾病，需要进一步辅助检查。虽然一些危险因素在术前是不能改善的，但其他可改善的因素却是我们降低围术期并发症的努力目标。因此一旦患者确定具备相关危险因素，围术期干预措施需要集中在可改善的危险因素上。

### 第一节 患者基本身体状况相关的危险因素

#### 一、年龄

在围术期肺部并发症中，与患者相关的最重要的危险因素之一就是逐渐增长的年龄。在2006年ACP的指南出台以前，年龄曾被认为是一个很不重要的危险因素。事实上，随着年龄的增长，共存的疾病逐渐累积，增加了并发症发生的风险。在2006年ACP发布的指南中表明，60岁的年龄是一个重要的预测围术期肺部并发症的独立因子，即使既往身体健康的人也是如此。一项最近的研究数据显示，50~59岁、60~69岁、70~79岁、80~89岁发生围术期肺部并发症的比例分别为6.1%、8.1%、11.9%、

14.1%和16.7%。

随着年龄增长，肺功能也发生相应改变。残气量（RV）与功能余气量（FRC）增加，而潮气量（Vt）、补吸气量和补呼气量均下降，这些改变部分是由于胸壁的活动度下降所致，而主要是由于气道的结构改变引起的。肺泡表面积减少及肺毛细血管床减少使得肺动脉压和肺血管阻力增加，从而使得气体交换下降，动脉氧分压逐年下降，而二氧化碳分压却基本维持不变（除非是 COPD 患者）。随着年龄增长，肺组织的弹性下降，顺应性下降，使得胸廓扩张和膈肌活动度下降。因此 FRC 可小于闭合容积，尤其是在机械通气时。此时小气道与肺泡在每次通气时均要再次打开，使呼吸功增加，从而可易致呼吸肌疲劳和机械通气脱机困难。

高龄慢性呼吸功能障碍患者由于呼吸器官各项功能退化，各种储备能力及代偿能力下降，加之慢性肺部疾病致肺功能减退，围术期肺部并发症的发生率明显增高。有资料表明，年龄大于 59 岁且术前按美国麻醉学会（American Society of Anesthesiologists, ASA）疾病分类高于 1 级的患者，占发生围术期肺部并发症患者的 88%，而且从 2 级开始，级别越高，肺部发生并发症的风险就越大。故认为该类患者是围术期肺部并发症的高危因素之一。

## 二、整体健康状态（ASA 分级和 Charlson 合并症指数）

美国麻醉医师协会的身体状态分级首次公布于 1941 年，于 1963 年进行了修订。它提供了一个总体发病率的通用标准，并且对患者进行了术前分类，分为以下 5 级：1 级：身体健康的患者；2 级：有轻微全身性疾病的患者；3 级：有全身性疾病但没有丧失能力的患者；4 级：有严重全身性疾病并且对生命造成威胁的患者；5 级：不论有没有手术，都没有希望活过 24 小时的垂死患者。

从 2 级起，级别越高，肺部发生并发症的风险就越大。3 级患者发生呼吸衰竭的风险是 2 级的 2.8 倍，4 级、5 级患者则是 2 级的 4.9 倍。在一项对行高危手术患者的独立研究中，患者如果连一层楼梯都上不去，无论病因是什么，发生心肺并发症的概率显著增加。

### 三、肥胖

由于肥胖影响膈肌的运动,使肺通气功能降低,特别是有肥胖-低通气综合征的患者,尤其是腹部手术围术期肺部并发症的发生率极高。麻醉的因素可导致肺有效呼吸能力减弱,除此以外,肥胖还可能导致限制性肺体积减小,降低了术后深呼吸的能力,同时也会发生明显的通气/血流比值异常。目前,肥胖已经被证实是围术期肺部并发症的一个危险因素。但是在一项行选择性非心脏手术的病人群体中,医生通过调整吸烟史和合并症等因素后,体质指数(BMI)为30的患者与BMI在20~29的患者比较,围术期肺部并发症的发病率并没有增加。对于有严重肥胖的患者,其围术期肺部并发症的发病率也没有明显增加。因此,目前的证据表明,肥胖是围术期肺部并发症的一个危险因素,但还不能作为围术期肺部并发症的一个独立危险因素。

### 四、吸烟

吸烟是围术期肺部并发症危险因素之一。吸烟能促进气管、支气管分泌物的增加,降低气管黏膜纤毛的清除能力。在一项有60例患者参加的研究中,患者均在全麻下行骨科手术,吸烟组( $n=30$ )与非吸烟组( $n=30$ )比较,前者吞噬作用和杀菌作用降低的程度是后者的2倍。每年吸烟量在20~40包烟的患者与不吸烟的患者相比,即便没有慢性支气管炎或气道受阻,前者的围术期肺部并发症发病率更高。一项研究表明,术前2个月内戒烟的患者,术中气道分泌物反而增加,这就提示我们为降低围术期肺部并发症发病率,最好能让患者术前戒烟2个月以上,以避免围术期产生不必要的戒断症状,才能使肺功能处于最佳状态,而减少术后并发症。

### 五、基础心肺疾病和体征

慢性肺部疾患是与围术期肺部并发症相关的最显著因素。肺功能检测可以评估患者目前的肺功能状态与慢性肺功能障碍的严重程度,但该检查

并不能预测围术期肺部并发症的发生。在预测围术期肺部并发症方面，肺功能检测的效果尚不如患者的体格检查与病史采集。临床医生应该在术前评估过程中主动寻找肺部体征和肺部病史的信息，包括阻塞性肺疾病、呼吸道感染、职业肺病、阻塞性睡眠呼吸暂停、肺动脉高压和肺水肿。既往肺损伤、胸部手术后的呼吸困难和心肺疾病的用药情况也应该记录下来。间质性肺疾病、胸壁异常和神经肌肉疾病对围术期肺部并发症发展的影响仍有待于研究。胸部的体格检查异常结果（哮鸣音、干啰音、湿啰音）是术后肺部并发症的相关因素。在一项病例对照研究中，非正常的肺部检查结果是围术期肺部并发症发生的最强相关因素。这些因素真正的作用程度仍然不明确。咳嗽试验阳性（深吸气后反复咳嗽）是围术期肺部并发症发病的危险因素。术前咳嗽量是围术期肺部并发症发病的另一个危险因素。

### （一）肺动脉高压

肺动脉高压（图 2-1）一直被认为是围术期肺部并发症的一项重要危险因素。在一项回顾性队列研究中，研究对象为 145 名经超声心动图诊断为中度到重度肺动脉高压的患者，这项研究发现，在非心脏手术后，这些患者 30 天内呼吸衰竭的发病率为 28%。最近一项针对 124 名患者的前瞻性病例对照研究表明，严重的肺动脉高压（PASP>70mmHg）是延长气管内插管时间的重要相关因素。这篇研究同时提示，肺动脉高压也是围术期死

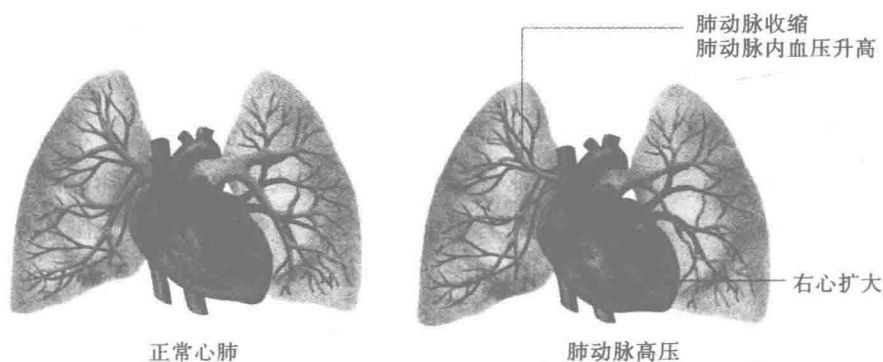


图 2-1 正常心肺和肺动脉高压

亡的独立相关因素。这些研究强调了肺动脉高压作为围术期肺部并发症独立危险因素的重要性。

## (二) 慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD)

COPD 并非骨科手术的绝对禁忌证,但是术前若合并 COPD 的患者,无论任何年龄都是最重要的危险因素,患有 COPD 的患者围术期肺部并发症的发病率增加 2.7~3.7 倍。在 2006 年 ACP 指南中指出, COPD 患者围术期肺部并发症的发病率是 18.2%。随着 COPD 病情逐渐加重,并发症的风险也在增加。严重 COPD 的患者,其发生严重并发症的概率是 23%;轻度或中度病情的患者则是 10%;肺功能正常的患者则是 4%。简易的肺功能测定可选择屏气试验,正常在 30s 以上,20~30s 麻醉和手术的耐受性尚好,<10s 提示心肺储备功能较差。因此进行必要的手术耐受力评估以及严格围术期呼吸道管理,对减少围术期肺部并发症的发生是非常有益的。

有文献认为慢性阻塞性肺疾病 (COPD) 是引起围术期肺部并发症的最常见的首要危险因素。COPD 患者的术后肺部并发症发生率为 26%~78%,而术中发生症状明显支气管痉挛的哮喘患者可能会增加麻醉死亡率。但哮喘并不是围术期肺部并发症的危险因素。对于此类患者,最好在手术前改善患者的肺功能,缓解其症状。

呼吸道气流受限的程度决定着 COPD 严重程度。因为  $FEV_1$  下降与气流受限密切相关,故  $FEV_1$  的变化是严重程度的依据。临床严重程度分 4 级,详见表 2-1。

表 2-1 COPD 严重程度分级

严重程度分期	特 征
I: 轻度 COPD	$FEV_1/FVC < 70\%$
	$FEV_1 \geq 80\%$ 预期值
II: 中度 COPD	$FEV_1/FVC < 70\%$
	$50\% \leq FEV_1 < 80\%$ 预期值



续 表

严重程度分期	特 征
Ⅲ：重度 COPD	$FEV_1/FVC < 70\%$ $30\% \leq FEV_1 < 50\%$ 预期值
Ⅳ：极重度 COPD	$FEV_1/FVC < 70\%$ $FEV_1 < 30\%$ 预期值

一般认为，COPD 患者能否耐受手术及围术期肺部并发症是否发生，主要应根据肺功能测试及动脉血气分析作为评估的主要手段。在 69%~50% 预计值可考虑手术；49%~30% 预计值要慎重，以保守为主；<30% 预计值为禁忌。

评估 COPD 患者的病情，肺功能测定是一项量化标准。肺活量低于预计值的 60%，通气储量百分比 <70%、 $FEV_1/FVC < 60\%$  或 50%，术后有发生呼吸衰竭的可能。 $FEV_1/FVC$  可以用来反映呼吸道阻塞的程度。 $\geq 70\%$  为轻度，69%~50% 为中度， $\leq 50\%$  为重度。FVC < 15ml/kg 时，术后肺部并发症的发生率明显增加。这些临界点的判断与患者的年龄有一定的关系，在年轻患者中会出现假阴性，老年患者中会出现假阳性。

最大自主通气量 (MVV) 也是一项有价值的指标，综合反映患者呼吸道通畅程度、肺和胸廓弹性及呼吸肌功能，一般认为 MVV > 70% 预计值无禁忌；50%~60% 作为手术尚安全；<50% 为低肺功能，手术风险很大；<30% 手术风险极大，视为手术禁忌。

常规的肺功能测定多以用力呼吸方式进行，需要受检者的理解和配合，中到重度的 COPD 患者特别是急性加重期患者常不能耐受此项检查，不能及时了解其气流阻塞的严重程度。潮气流速-容积曲线及其衍生参数的测定只需患者平静呼吸也能反映肺的通气功能，潮气流速-容积曲线中的二项参数：达峰容积比 (VPTEF/VTE) 和达峰时间比 (TPTEF/TE)，与用力呼气肺功能测定中的  $FEV_1/FVC$ 、 $FEV_1$  意义相同，均反映气流阻塞的程度，国外认为 <25% 即可判断存在重度气流阻塞，国内文献报道 <18% 方可确认。潮气流速-容积曲线各参数与肺量计测定中的某些指标如  $FEV_1\%$ 、PEF 等具有良好的相关性。呼出 50% 潮气量时的呼气流速 ( $TEF_{50}$ ) 可作为评价高反应性和支气管舒张试验的可靠指标。