

胸外科术后肺部并发症的研究进展

厉广恒¹ 李忠诚^{2*}

1 青海大学临床医学院 2 青海大学附属医院胸外科

DOI:10.12238/bmtr.v7i3.14455

[摘要] 在当今医疗领域,外科手术量持续攀升,围手术期管理水平亦不断提升。然而,术后肺部并发症(Postoperative Pulmonary Complications, PPCs)的发生率仍居高不下,尤其是在胸、腹部手术患者中,其发生率显著高于其他类型手术。目前,PPCs尚无完全统一的标准定义,但医学界普遍认可其涵盖以下至少一种呼吸系统病变:肺不张、肺炎、胸腔积液、气胸、急性呼吸窘迫综合征(ARDS)、肺动脉栓塞(PE)、支气管胸膜瘘、膈神经损伤及膈肌功能障碍等。PPCs已被公认为导致患者术后预后不良的关键因素,是增加术后病死率、延长住院时间及推高医疗费用的主要原因之一。本综述旨在整合近年来的研究文献,系统阐述当前关于PPCs危险因素的最新研究进展,深入探讨其防治策略,以期为该领域的深入研究及临床干预提供新的思路与方向。

[关键词] 术后肺部并发症; 预后; 危险因素

中图分类号: R816.41 **文献标识码:** A

Research Progress on Postoperative Pulmonary Complications in Thoracic Surgery

Guangheng Li¹ Zhongcheng Li^{2*}

1 Qinghai University School of Clinical Medicine

2 Department of Thoracic Surgery, Affiliated Hospital of Qinghai University

[Abstract] In today's medical field, the volume of surgical procedures continues to rise, and the level of perioperative management is constantly improving. However, the incidence of Postoperative Pulmonary Complications (PPCs) remains high, particularly among patients undergoing thoracic and abdominal surgeries, where it is significantly greater than in other types of surgery. Currently, there is no completely standardized definition for PPCs, but the medical community generally recognizes that they encompass at least one of the following respiratory disorders: atelectasis, pneumonia, pleural effusion, pneumothorax, acute respiratory distress syndrome (ARDS), pulmonary embolism (PE), bronchopleural fistula, phrenic nerve injury, and diaphragmatic dysfunction. PPCs are now widely acknowledged as a key factor contributing to poor postoperative outcomes in patients, being one of the primary causes of increased postoperative mortality, prolonged hospital stays, and elevated healthcare costs. This review aims to synthesize recent research literature, systematically outline the latest research advances regarding the risk factors for PPCs, and delve into their prevention and management strategies. It is hoped that this will provide new insights and directions for further research and clinical intervention in this field.

[Key words] Postoperative pulmonary complications; Prognosis; Risk factors

引言

肺切除术是切除部分或全部肺组织的外科手术,是胸外科领域的一项重要手术。主要用于治疗肺部疾病,尤其是肺癌的一线治疗方案。随着我国定位技术及腹腔镜技术的发展,为手术完整、干净切除肺部病灶提供了基础,使得胸腔镜下病灶切除术不仅能够获得良好的效果,同时还具有创伤小、术后恢复好等优势,故而近年来成为肺部结节治疗的常用微创技术^[1]。虽然目前肺切除术通常采取胸腔镜微创技术及围术期保护性通气,但肺切

除术后肺部并发症的发生率仍处于较高的水平。有研究表明,术后肺部并发症(postoperative pulmonary complications, PPCs)为第二大常见术后并发症,发生率在5%~33%^[2]。而在胸部及腹部手术中,发生率明显增高,尤其是肺切除术后,发生PPCs的几率高达12%~50%^[3]。其中不同的并发症发生率也有区别,在所有手术的PPCs中,肺炎发生率最高,约为35%;肺不张约为30%,胸腔积液约为24%,气胸约为10~15%。而最危险的支气管胸膜瘘及肺动脉栓塞约为1~3%,但这两种疾病却提供了约15%的因

PPCs而导致的病死率。这显然对于医生及患者来说都不是一个满意的水平,所以近年来对于术后肺部并发症(PPCs)的发生机制、危险因素及预防措施的研究热度居高不下,但各种策略仍存在争议,本综述重点分析PPCs的危险因素及预防措施,尽可能改善患者预后。

1 常见肺部并发症

肺切除术后肺部并发症是影响患者康复甚至威胁生命的重要问题,其发生常考虑与手术创伤、肺容积减少、麻醉影响、疼痛限制呼吸等因素密切相关。肺切除术后常见肺部并发症包括:肺炎,肺不张,支气管胸膜瘘,胸腔积液,持续性漏气,肺动脉栓塞,肺水肿等。

2 PPCs危险因素分析

2.1 患者相关因素

2.1.1 年龄。在患者相关危险因素中,年龄是一个独立的危险因素,高龄患者的组织器官呈退行性变,储备功能降低,免疫功能低下,组织修复及代偿能力差,心肺等器官的伴随疾病也增多。所以年龄越大,发生PPCs的几率越高^[4]。而当患者年龄达到75岁时,可能存在更大的差异。年龄>75岁发生PPCs的风险是年龄≤75岁组的1.598倍^[5]。因此对于高龄患者尤其是年龄>75岁的患者,即使患者心肺功能尚可,仍需谨慎考虑是否行手术治疗。

2.1.2 术前低蛋白血症。在肺切除术和全关节置换术患者中,低蛋白血症是肺炎、肺不张、胸腔积液、肺漏气等肺切除术后肺部并发症发生的独立危险因素^[6]。白蛋白在人体中参与组成胶体渗透压,参与炎症反应等生理过程,其水平的降低会明显降低人体免疫功能,从而导致肺炎等肺部疾病的发生,这可能是低蛋白血症导致PPCs发生的重要机制之一。

2.1.3 术前低氧血症。在一项研究中,患者是否进行术前呼吸训练同样会影响PPCs的发生,该研究指出,术前进行吸气肌训练,以增强、改善血液循环,减轻肺淤血状态,增加肺泡通气量,增加有效气体交换,有助于改善低氧血症,帮助患者主观延长呼气时间^[7]。这种训练不止在术前,更大的影响发生在术后。术后由于疼痛,患者经常难以进行有效的气体交换,从而导致严重低氧血症。而接受过相应训练的患者,能在术后更有效的进行肺部通气,从而显著降低肺切除术后PPCs的发生率。

2.1.4 糖尿病。糖尿病也是PPCs发生的独立危险因素。糖尿病患者由于高血糖代谢直接影响患者免疫功能,从而降低患者对病原菌的吞噬能力,且病原菌在高血糖的环境中更易生长繁殖,增加肺部感染的发生率^[8]。这导致合并糖尿病患者PPCs的风险是无糖尿病者的5.720倍^[9]。

2.1.5 FEV1%与COPD。FEV1%pred<84%是非小细胞肺癌患者术后肺部并发症的独立危险因素^[10]。而提到FEV1%总是绕不开COPD,当FEV1%pred<84%时已经是术后肺部并发症的独立危险因素,而当患者术前检查提示患者COPD时,随着FEV1%逐渐下降,COPD分级越来越高,发生术后PPCs的几率也会增高。研究表明,COPD患者肺功能相对较差,而术前一秒用力呼气量较低的患者,在术后出现PPCs的危险性高于肺功能正常者^[11]。因此,术前

COPD患者应根据肺功能提示的FEV1%做出不同的治疗方案。

2.1.6 吸烟。另一个显而易见的独立危险因素为吸烟。一项比较当前吸烟者和已戒烟者(戒烟>4周)的研究,已戒烟者的PPCs发生率在统计学上显著降低。而与已戒烟者相比,当前吸烟者更有可能发生PPCs,而已戒烟者又比从不吸烟者更容易发生PPC,尤其是当他们的吸烟史>10包/年时。在吸烟者中,PPCs发生率随着吸烟包年数的增加而递增,尤其是在>20包/年时^[12]。综上所述,面对吸烟患者时,即使患者已经戒烟,仍无法得到一个满意的术后PPCs发生率。

2.2 手术相关因素

2.2.1 麻醉与气管插管。讨论外科手术总是无法绕开麻醉与气管插管,全身麻醉早在多年前就被美国内科医师协会列为PPCs的危险因素之一。麻醉时间,麻醉方式,麻醉药品的选用都会直接或者间接对PPCs的发生造成影响。研究发现患者在局部麻醉下行手术治疗,可以显著降低肺炎等PPCs的发生率^[13]。而对于气管插管,有研究表明,对于双腔及单腔气管插管,单腔组患者术后肺部并发症率明显低于双腔^[14]。同时首例非气管内插管的胸腔镜手术在2004年就已经成功实施,近年来国内也在开展用喉罩代替气管插管,这有效避免了气管插管对气道的刺激,同时喉罩麻醉对于术中维持麻醉所需的肌松剂量要求相对较低。但目前尚未有研究明确表明喉罩能有效降低术后PPCs的发生率,这或许会成为将来研究气管插管及麻醉与PPCs发生率之前绕不开的话题。目前来看,气管插管,乃至双腔气管插管仍旧是全麻手术的“金标准”,这可能很大程度导致肺切除术后PPCs并发症发生率居高不下的原因之一。

2.2.2 手术时长。有研究指出,术中严重粘连和较长的手术时间是术后并发症的显著危险因素^[15]。这两种危险因素其实存在明显的相关性,如果存在严重的粘连,那么不仅其本身会导致PPCs的发生率直线上升,同时由于术中需额外花费更多时间进行粘连的松解,那么其手术时长也会相应增高。所以说粘连从两个方面对PPCs的发生率造成影响。那么对于术前CT提示存在严重粘连的患者,应谨慎选择手术方案,在充分松解粘连的同时尽可能减少手术时长,这对患者PPCs的发生率有着显著的影响。

2.2.3 术中通气策略。有证据表明,低潮气量对PPCs有保护作用。在很早之前,由于通气技术,手术需要等限制,尽管当时已有证据表明高潮气量会促进炎症反应并导致急性肺损伤,仍有许多患者接受了>10ml/kg的潮气量通气。随着医疗水平的进步,潮气量呈现逐年下降趋势,2016年的一项研究表明,使用低VT可减少肺部感染等PPCs的发生率^[16]。然而术中单独使用低VT并非常见选择,常常联合相应的PEEP一起使用。近年来多项研究表明,接受低潮气量和低PEEP[中位数(范围)4.0(2.2-5.0)cmH₂O]通气的患者,其30天死亡率增加^[17]。但是这可能并不完全准确,在其他人的研究中,低潮气量联合中等PEEP水平可减少PPCs^[18]。同时还有研究证明高PEEP组有40%的患者发生PPC,低PEEP组为39%^[19]。综上所述,现在只能确定低VT对PPCs的发生率有正向作用,而关于PEEP对PPCs的影响,尚存在争论。

2.2.4手术部位。手术的解剖部位在PPCs的发生中起着重要作用^[20]。据报道,接受上腹部和胸部手术的患者PPC发生率为20-70%,而接受骨科或泌尿外科手术的患者PPC发生率仅为4%^[21]。目前尚未研究明确指出上腹部和胸部手术发生PPCs几率较其他手术高得多的原因,初步考虑可能与手术切口与膈肌的距离有关,接受纵切口开腹手术的患者发生PPCs的风险高于横切口^[22]。

3 PPCs的预防措施

3.1术前策略

3.1.1肺功能训练。目前任何手术的术前检查总是离不开肺功能的测定。传统上认为术前肺功能测定有助于预测PPCs的发生。然而,2002年的一项系统评价发现,五项关于肺量计值的研究中有四项并不能预测PPCs^[23]。同时,英国国家卫生与临床优化研究所(NICE)建议,肺功能测定应仅在高级麻醉师要求下,对ASA评分III或IV级且确诊或疑似呼吸系统疾病的患者进行,并且择期手术前不应常规提供胸部正位片检查。尽管如此,肺功能的测定仍对PPCs有一定作用,它不仅为纠正术前低氧血症提供证据,还能明确FEV1对术后PPCs发生率的预测。

3.1.2术前合并症的纠正。包括但不限于COPD,糖尿病等术前疾病,在一定程度上是可调控的,因为术前可以进行干预,给予COPD或者哮喘患者支气管扩张剂以及吸入或口服类固醇,或者给予糖尿病患者相应的降糖策略,能显著改善PPCs的发生率。此外,有研究指出,过去一个月内有呼吸道感染与发生PPC的几率增加相关,因此择期手术应推迟至症状和肺功能检查恢复到基线水平^[24]。

3.1.3戒烟。由于吸烟是一个PPCs的独立危险因素,相应的,戒烟对于PPCs的发生同样起着不可忽视的影响。早在2013年,英国国家卫生与临床优化研究所(NICE)就发布了围手术期戒烟建议,其中着重描写了术前戒烟,无论是药物或者行为戒烟都是值得鼓励的。当然,有研究表明了戒烟时机对PPCs发生的影响,戒烟>4周可使PPC减少23%,戒烟>8周可减少47%^[25]。由此可看出,越早戒烟对于患者来说收益越大,有条件的情况下,建议在患者住院前就对其提出戒烟的要求。

3.2术中策略

3.2.1手术时长。腹腔镜手术由于其创伤小,术后恢复好等优势,已逐渐取代传统手术方式。尽管选择腹腔镜手术已明显减少PPCs的发生,但由于腹腔镜手术的手术时间常较长,PPCs的发生率仍较高。其中,手术时间>2h时,PPCs的发生率显著升高^[26],因此应尽量避免手术时间过长。

3.2.2麻醉。麻醉从许多方面影响着PPCs的发生。比如麻醉药物的选用,有研究表明,布托啡诺激活κ-阿片受体后,能减轻肺部炎症、扩张肺部血管、降低肺内血液分流,有效改善肺换气功能和肺顺应性的作用,提升患者术中氧合,降低PPCs的发生率^[27]。此外,在一项骨科的研究中,与全身麻醉相比,腰硬联合麻醉可显著降低老年患者髋部骨折手术术后肺部并发症的发生率^[28]。因此,合适的麻醉方式以及麻醉药物的选择会

显著影响PPCs的发生,但目前尚无明确的共识决定麻醉方式及麻醉药物。

3.2.3术中通气策略。上文已经提及,低VT以及合适的PEEP对于PPCs的发生率有显著的影响。选择较低的VT以及个体化制定PEEP可能是未来术中通气策略的大方向之一。具体的潮气量水平以及PEEP水平目前尚无明确共识,还需进一步研究。

3.3术后策略

3.3.1术后引流。已经有研究表明,术后3天引流量及呼气流量峰值(PEF)对于预测NSCLC病人VATS后PPCs的发生均有一定的参考价值,联合用于预测VATS后PPCs发生预测价值更高^[29]。因此在胸外科VATS手术后,常需于胸腔内置入引流管,以尽快排出胸腔内残余气体及液体。然而,目前尚无明确的共识指出该选用何种引流管以及相应的引流方案。不同的置管部位,不同的引流管规格、型号、材质,不同的引流管放置方案往往对病人的术后恢复往往影响巨大。因此,术后引流方案必然是将来胸外科减少PPCs发生率的研究热点之一。

3.3.2术后康复训练。加速康复理念目前在外科中十分流行,不仅能有效减少住院时间,更能有效的减少许多并发症的发生。想要加速康复,合适的康复训练是必不可少的。术后增强肺康复训练(手部肌肉力量训练及术后早期活动),通过护士“一对一”督导与宣教,并针对每位患者制定肺部康复训练目标,保证试验组每1位患者都全程严格遵守训练方案,增强了肺康复锻炼的依从性,促进了术后早期肺部康复,降低了PPCs发生率^[30]。

4 讨论

术后肺部并发症(PPCs)长期困扰外科临床实践,被确认为延长住院周期、增加医疗成本及降低患者生存质量的核心因素。在当下加速康复外科(ERAS)理念推行的背景下,PPCs已成为制约患者周转效率的关键瓶颈。由于其发生机制涉及患者基础状态、术中操作及术后管理等多维度因素,PPCs的防控工作仍面临严峻挑战。但令人振奋的是,目前有关PPCs研究近年取得显著进展。近年来研究者们聚焦于PPCs的风险预测,防治策略创新。同时期望将来通过与人工智能模型结合,通过多模态数据库分析,提升PPCs预测精度,并且能根据患者个体化情况,选用最优的防治策略,这标志着PPCs研究正向动态风险评估、个体化干预及跨学科整合方向深度演进。我希望,随着这些策略的临床转化,PPCs发生率及其相关病死率有望显著降低。

需指出的是,尽管本研究通过系统综述揭示了PPCs的风险因素与防控措施,仍存在以下局限:其一,危险因素分层体系尚未完善,缺乏对各类因素风险权重的量化评估;其二,现有防治措施多局限于单中心探索阶段,尚未形成基于循证医学的专家共识。未来需通过大样本前瞻性研究建立风险分级标准,并通过多中心随机对照试验验证防治策略的普适性。

[参考文献]

[1]Mack MJ,Scruggs GR,Kelly KM,Shennib H,Landreneau RJ. Video-assisted thoracic surgery: Has technology found its place?Ann.Thorac.Surg.1997;64:211-15.

- [2]李清扬,朱倩梅,车璐,等.微生物组与术后肺部并发症相关性的研究进展[J].临床麻醉学杂志,2025,41(4):409-412.
- [3]孙梦寒,茆梦,孙杰.胸腔镜部分肺切除术后肺部并发症的危险因素[J].临床麻醉学杂志,2020,36(8):759-762.
- [4]顾金萍,于健.外科术后肺部并发症的相关危险因素分析[J].大连医科大学学报,2012,34(04):384-386.
- [5]孙思琦,刘旭,王春红,等.60岁以上胸腔镜肺叶切除术患者术后肺部并发症现状及其预测模型研究[J].创伤与急危重病医学,2024,12(04):227-232.
- [6]陈丹丹,方婷婷,丁怡.胸腔镜肺叶切除术老年患者术前衰弱与术后肺部并发症的关系[J].中华麻醉学杂志,2021,41(8):928-932.
- [7]李岩,邹慧,王焕东.术前吸气肌训练对预防二尖瓣介入术患者术后肺部并发症及心肺功能的影响[J].青岛医药卫生,2024,56(03):203-206.
- [8]韦伊尔,冼乐武,符基定.老年肺癌患者行胸腔镜根治术后发生医院获得性肺炎的病原学特点及危险因素研究[J].中国医学创新,2023,20(19):164-168.
- [9]王朋飞,代伟娜,刘礼新,等.高质量指数对胸腔镜下肺癌根治术围术期并发症及临床疗效的影响[J].肿瘤研究与临床,2019,31(03):167-171.
- [10]连娟琦,郑霞,陈代娣.187例肺癌术后患者肺部并发症预测研究[J].实用预防医学,2023,30(04):470-473.
- [11]孟迪,胡坚.术后肺部并发症现状[J].中国胸心血管外科临床杂志,2015,22(12):1085-1086.
- [12]Miskovic A,Lumb A B.Postoperative pulmonary complications[J]. BJA: British Journal of Anaesthesia, 2017,118(3):317-334.
- [13]Hausman MJ, Jewell ES, Engoren M. Regional versus general anesthesia in surgical patients with chronic obstructive pulmonary disease: does avoiding general anesthesia reduce the risk of postoperative complications? Anesth Analg,2015,120(6):1405-1412.
- [14]哈盘·海依达尔,张存平.单腔、双腔气管插管对食管癌术后肺部并发症的影响[J].工企医刊,2014,27(6):1132-1133.
- [15]Wang,Bing,et al."Risk factors for postoperative complications in patients with pulmonary tuberculosis."European Journal of Medical Research30.1(2025):1-13.
- [16]Yang D, Grant M C, Stone A, et al. A meta-analysis of intraoperative ventilation strategies to prevent pulmonary complications: is low tidal volume alone sufficient to protect healthy lungs? [J]. Annals of surgery,2016,263(5):881-887.
- [17]Levin M A,McCormick P J,Lin H M,et al.Low intraoperative tidal volume ventilation with minimal PEEP is associated with increased mortality[J].British journal of anaesthesia,2014,113(1):97-108.
- [18]Severgnini,Paolo,et al."Protective mechanical ventilation during general anesthesia for open abdominal surgery improves postoperative pulmonary function." Anesthesiology 118.6(2013):1307-1321.
- [19]Futier E,Schmid W,Severgnini P,et al.Protective versus conventional ventilation for surgery: a systematic review and individual patient data meta-analysis[J]. Anesthesiology, 2015,123(1):00.
- [20]Chandler D, Mosieri C,Kallurkar A, et al.Perioperative strategies for the reduction of postoperative pulmonary complications[J].Best practice & research Clinical anaesthesiology,2020,34(2):153-166.
- [21]Gracey D R, Divertie M B, Didier E P. Preoperative pulmonary preparation of patients with chronic obstructive pulmonary disease: a prospective study[J].Chest,1979,76(2):123-129.
- [22]Kanat F,Golcuk A,Teke T,et al.Risk factors for postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery [J].ANZ journal of surgery,2007,77(3):135-141.
- [23]Fisher B W, Majumdar S R,McAlister F A.Predicting pulmonary complications after nonthoracic surgery: a systematic review of blinded studies[J].The American journal of medicine,2002,112(3):219-225.
- [24]Gunnarsson,L.,et al."Chronic obstructive pulmonary disease and anaesthesia: formation of atelectasis and gas exchange impairment."European Respiratory Journal4.9(1991):1106-1116.
- [25]Wong J,Abrishami A,Matthew T,et al.Short-term preoperative smoking cessation and postoperative complications:a systematic review and meta-analysis[J].Canadian Journal of Anesthesia,2012,59(3):268.
- [26]费林晶,邹宓.胸腔镜部分肺切除术后肺部并发症的危险因素及对患者远期预后的影响[J].反射疗法与康复医学,2024,5(22):110-113.
- [27]周青山,张玉,刘利,等.布托啡诺对胸腔镜手术后肺部并发症的影响[J].实用医院临床杂志,2024,21(04):119-123.
- [28]姚晗.腰硬联合麻醉与全身麻醉对老年患者髋部骨折手术术后肺部并发症的影响[D].湖北医药学院,2024.
- [29]闫效坤,吴庆华,陈少慕,等.术后引流量及肺功能预测值对非小细胞肺癌病人胸腔镜肺叶切除术后肺部并发症的预测价值[J].临床外科杂志,2023,31(09):848-851.
- [30]韩蕾,许瑞华,冯金华,等.围手术期全程肺康复训练对预防老年肝叶切除患者术后肺部并发症的效果研究[J].成都医学院学报,2023,18(03):325-328+348.

作者简介:

厉广恒(1998--),男,汉族,浙江金华人,研究生,胸心外科专业型硕士,研究方向:胸心外科。