

肺康复在肺癌手术中的应用进展

吕 兰¹ 李 旭¹ 邱明铤¹ 陈梅贞¹ 黄德清¹ 杨家英¹

随着胸外科微创手术技术的发展,肺癌切除术后并发症发生率已经大幅度下降,但对于一些高危患者,如合并中重度 COPD、长期吸烟、心肺耐力低下等,术后仍有较高的并发症发生率。同时肺癌切除术后患者的肺功能、运动耐力、生存质量降低也是一个需要重视的问题。术前术后的肺康复是否可降低肺癌切除术后并发症发生率,改善患者的功能状态,提高患者的生存质量,大量学者对此进行了相关的研究。因所采用的研究方法、研究时间、研究对象不同,得出的结论也所有区别,现总结如下:

1 术前肺康复

手术治疗被认为是非小细胞性肺癌的主要治疗手段,但并非所有早期诊断的肺癌患者均能耐受手术,相当一部分因术前功能评估达不到手术标准而无法手术。肺癌切除术前功能标准目前仍有争议,比较公认的英国胸科协会(British Thoracic Society,BTS)^[1]与美国胸内科医生协会(American College of Chest Physician,ACCP)^[2]推荐:术前第一秒用力呼气容积(Forced expiratory volume in 1s,FEV₁)1.5L可耐受肺叶切除,2L可耐受肺切除,通过心肺运动试验得出的最大耗氧量(maximal oxygen consumption,VO₂max)低于15ml/kg/min是一个围手术期并发症增高的预测因子。根据欧洲呼吸学会(European Respiratory Society,ERS)/欧洲胸外科医师学会(European Society of Thoracic Surgeons,ESTS)功能指南建议^[3]:预计术后第一秒用力呼气容积(predicted postoperative FEV₁,ppoFEV₁)或者预计术后一氧化碳弥散量(predicted postoperative carbon monoxide diffusion capacity,ppoDLCO)小于预计值30%,最大摄氧量小于10ml/kg/min不推荐手术治疗。

有学者对一些功能未达到手术标准的患者进行肺康复训练,改善其肺功能参数使之能耐受手术。Cesario等^[4]对8例肺癌术前患者进行了3h/天,5天/周,共4周的肺康复训练,包括80%最大运动负荷的跑台训练、呼吸训练(膈式呼吸、缩唇呼吸、胸廓活动、腹肌功能性电刺激)、教育等,结果发现4周后用力肺活量(forced vital capacity,FVC)增加了0.44L,

用力肺活量百分比(forced vital capacitypercentage,FVC%)增加12.9%,6min步行距离(6-min walk distance,6-MWD)增加了47%,血氧分压(oxygen partial pressure,PO₂)增加了7.2mmHg。这项研究中选取的患者FEV₁%为18%—69%,部分未达到ERS/ESTS手术标准,肺康复后均达到手术标准,均进行了肺叶切除术,术后并发症发生率为25%。通过分析发现,基础肺功能越差,肺康复的获益越大。Divisi等^[5]对27例未达到手术标准的非小细胞肺癌患者(FEV₁1.14±0.7L,VO₂max12.9±1.8/ml/kg/min)进行了为期4周的术前肺康复训练,包括50min的胸部物理治疗与40min的有氧运动。胸部物理治疗包括(采用间歇正压的Bennerr通气系统进行呼吸训练,20min的膈式呼吸训练,10min的体位引流),有氧运动包括20min的功率自行车和20min的步行训练,结果显示肺康复组PO₂、VO₂max、FEV₁均显著增加,达到了肺叶切除标准,术后并发症发生率为15%。Bobbio等^[6]选取了合并COPD的12例非小细胞肺癌患者,基础FEV₁1.23±0.4L,VO₂max13.5±1.3/ml/kg/min,术前进行了1.5h/天,5天/周,总共4周的肺康复训练,包括教会患者呼吸控制、咳嗽技术、激励式肺量计练习,利用功率自行车进行有氧训练等,结果显示这些患者的静息肺功能未见明显变化,但VO₂max增加了2.8ml/kg/min,其中11例患者完成了肺叶切除术,术后平均住院天数为17天,并发症发生率为73%。

上述的几项研究均为小样本,且未设立对照,无法评估肺康复治疗对手术结局的影响。Licker M等^[7]设计了一项随机对照临床研究,164例非小细胞肺癌患者被随机分成两组,一组术前进行了2—3次/周,共7—13次(平均25d)高强度间歇性功率自行车训练,包括5min 50%最大心率的热身训练,2组80%—100%最大心率训练(15s运动+15s停顿)10min,2组之间休息4min,5min 30%最大心率放松训练,两组均进行常规的术后物理治疗,包括利用激励式肺量计进行深呼吸训练、咳嗽训练、辅助移动等。结果发现训练组的峰值摄氧量(peak oxygen consumption,PeakVO₂)、6min步行距离较训练前显著增加,对照组同期的峰值摄氧量甚至较基线水平有所下降,两组患者术后整体并发症发生率无显著差

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2020.08.028

1 福建医科大学附属第一医院康复医学科,福州市,350000

第一作者简介:吕兰,女,主治医师;收稿日期:2018-10-07

异,但训练组术后肺部并发症发生率显著降低。需要注意的是这项试验的研究对象是相对肺功能、心肺适应性较好的患者(基础FEV₁%大于80%,VO₂max大于20ml/kg/min)。

Hashmi A等^[8]进行的一项回顾性研究中,42例临界肺功能(FEV₁<1.6L)的患者被分成2组,一组进行了1周2次,共16次,每次1h的术前肺康复,包括:吸气肌训练、呼吸再训练和气道廓清技术,一组未进行肺康复。结果显示术前肺康复可显著改善患者的FEV₁,但两组的住院天数、并发症发生率、死亡率无显著性差异。需要注意的是,该项研究中术前未进行心肺耐力的训练。

Morano等^[9]在另一项随机对照研究中则比较了术前肺康复与传统物理治疗疗效的差异。他选取了24例伴有肺功能损害(FEV₁小于1.5L)的非小细胞肺癌患者,随机分成2组,肺康复组给予了5次/周,共4周的肺康复治疗,包括上肢的PNF(起始负荷500g,每分钟增加500g),下肢的跑台步行耐力训练(每周增加10min直至每次30min,运动强度为最大运动负荷80%),10—30min的吸气肌训练(阻力由20%最大吸气压开始,逐渐增加到60%最大吸气压)。一组进行传统的物理治疗,包括最大吸气保持,呼吸模式训练(膈式),缩唇呼吸,基于流量的激励式肺量计,结果发现肺康复组的用力肺活量、预计用力肺活量百分比(percentage of predicted FVC,%ppFVC)、6分钟步行距离、最大吸气压(maximal inspiratory pressure,MIP)、最大呼气压(maximal expiratory pressure,MEP)均显著增加,但胸部物理治疗组未见显著变化。肺康复组术后胸管留置时间、住院天数(length of stay, LOS)较传统物理治疗组显著缩短,术后肺部相关并发症(postoperative pulmonary complications, PPCs)显著降低。从而得出结论:肺康复疗效优于传统物理治疗。

在上述几个研究中,肺康复的时间基本在1个月左右,虽然有研究证明推迟手术不会对患者的预后产生影响^[10],但在实际应用过程存在许多困难,许多患者不愿推迟手术, Benzo等^[11]的一项研究即因为术前康复时间太长,招募的患者太少,而不得不终止试验。因而在他另一项研究中采用了10天的术前康复训练方案。他将19例中重度COPD的肺癌患者分成了2组,10例作为肺康复组进行了2次/天,5天/周,共10天的肺康复训练,训练包括:共20min的下肢跑台训练、上肢的肌耐力训练、弹力带肌力增强训练(2组,每组重复10—12次),15—20min强度为稍累的吸气肌肌力训练,缩唇缓慢呼吸训练,结果显示肺康复组胸管留置时间更短,住院时间较对照组缩短了3天。Pehlivan等^[12]也进行了一项术前短期强化物理治疗的随机对照研究,他将60例患者随机分成2组,一组接受术前一周的胸部物理治疗与下肢训练,胸部物理治疗包括膈式缩唇呼吸、局部呼吸、激励式肺量计和咳嗽练习,下肢训练主要为3次/天的跑台步行训练,对照组

纵膈镜检查后出院,在计划手术的前一晚返回病房。术后2组都进行常规的胸部物理治疗,结果发现术前短期强化物理治疗可显著增加患者血氧饱和度,缩短住院时间,改善通气-血流分布,降低术后并发症的发生率,从而得出结论:术前短期的强化物理治疗有着积极的作用。这项研究选取的患者为轻度肺功能损害患者。

Chesterfield-Thomas G^[13]则选取了42例肺癌术前高危患者(呼吸困难评分≥2,体力状态评分≥2),其中33例给予了平均7.1天术前肺康复,包括:呼吸肌训练、气道廓清、有氧训练、戒烟、药物等,另外9例患者未进行肺康复作为对照组。结果显示对这些高危患者进行术前肺康复训练可显著改善其运动能力,减轻呼吸困难,改善其胸外科手术风险评分,减少术后并发症发生率和院内死亡率,减少住院天数。

国内亦有其他学者进行了术前短期肺康复的探索。华西医院的Gao K^[14]等在一项临床随机对照试验研究中,从342例术前肺癌患者中筛选出142例高危患者,包括吸烟指数大于800年支,戒烟时间小于2周,气道高反应性,呼气峰值流速(peak expiratory flow, PEF)<250L/min/kg, 1.0L<FEV₁<1.2L且40%<FEV₁%<60%。这些高危患者被随机分成2组,一组给予术前3—7天的肺康复,另一组给予传统的术前管理,结果发现肺康复组术后肺部并发症发生率较对照组显著降低,住院天数缩短,两组的住院费用并无显著性差异。赖玉田等^[15]则选取了48例合并轻中度COPD的原发性非小细胞肺癌患者随机分成实验组和对照组;实验组患者术前完成一周短期综合肺康复方案,包括以雾化吸入普米克令舒、博利康尼和沐舒坦静脉滴注为主的药物康复以及呼吸训练(腹式呼吸训练、呼吸训练器训练)+下肢耐力训练的物理康复;而对照组患者按常规术前准备进行。结果显示试验组患者的术后住院时间和术后抗生素使用时间低于对照组,肺康复训练后患者最大峰值流速(peak expiratory flow, PEF)、6分钟运动距离、能量消耗较训练前提高;术后肺部相关并发症发生率两组差异无显著性意义。赖玉田等^[16]在另一项临床研究中选取了101例有发生肺部术后并发症高危因素的肺癌患者随机分成2组,一组进行了术前1周的肺康复,另一组给予常规的术前准备,结果显示肺康复组的术后并发症发生率显著低于对照组。发生肺部术后并发症高危因素包括:大于20年包的吸烟史、年龄大于75岁、肥胖、ppo-FEV₁%<60%、ppo-DLCO<60%或者伴有慢性阻塞性肺疾病等。Zhou K等^[17]亦最新进行了一项临床随机对照研究,937例非小细胞肺癌患者被随机分成试验组与对照组,试验组进行了1周的术前肺康复治疗,包括吸气肌训练、有氧训练等,对照组按照常规的术前准备,结果显示术前肺康复可减少总住院天数、术后住院天数、PPC发生率等,这样研究中选取的患者主要为肺功能较好的患者。

2 术后肺康复

上述的研究主要关注的是术前的肺康复,亦有学者针对术后的肺康复进行研究。Arbranc等^[18]选取了53例非小细胞肺癌患者,随机分成2组,对照组术后给予常规的胸部物理治疗、气道廓清技术、移动、上肢活动等,干预组在对照组基础上给予2次/天的力量和移动训练,包括步行、60%—80%最大心功率自行车训练至少5—10min,抗阻坐位抬腿,结果发现两组6MWD、PPCs、LOS无显著性差异。Reeve^[19]在另一项随机对照研究中将76例患者随机分成2组,对照组给予常规的药物与护理,包括早期的床上体位改变,术后第一天起坐在床边,早期移动与疼痛评估,所有患者术前均接受小册子,其中包含了关于术后呼吸、咳嗽、早期移动,肩部活动练习的建议,干预组在对照组基础上增加深呼吸训练与咳嗽,辅助移动,肩部和胸廓活动度练习,结果显示两组的PPCs、LOS无显著性差异。需要注意的是这项研究的研究对象是肺功能较好的患者(FEV_1 大于80%)。虽然上述两项研究结果均未发现有显著性意义。然而,基于伦理方面的考虑,这两项研究的对照组均进行了常规术后的气道廓清、早期移动、上肢的活动等,广义上这也是肺康复的一部分。

上述的2项研究主要在术后即开始进行,亦有学者对术后出院后患者进行肺康复的研究。Cesario^[20]进行了一项出院后肺康复的研究,招募了211例非小细胞肺癌术后的患者,其中25例接受训练作为治疗组,剩下的186例作为对照组。出院后治疗组进行了3h/天、5天/周,总共26±3天的肺康复训练,包括:30min的70%—80%最大运动负荷的自行车运动、腹肌训练、吸气肌抗阻训练、上下肢运动、上臂圆周运动,以及教育等。结果发现1月后治疗组Borg评分、PH、6MWD、 SaO_2 均较术前基线水平显著改善,而对照组的 FEV_1 、PEF、 PO_2 较术前基线水平显著下降。治疗组与对照组相比1月后 FEV_1 、FVC、PEF、6MWD、 SaO_2 、KCO无显著差异,但治疗组的基线水平显著低于对照组。从而得出结论:通过4周的肺康复治疗,患者的呼吸功能与运动能力显著改善,术后肺康复可作为肺癌术后管理的一部分。Maeda K^[21]则研究了肺癌切除术后出院后肺康复对患者体力活动水平的影响,19例患者被分成2组,9例患者进行了出院后肺康复,结果显示肺叶切除术后2个月,患者仍未恢复到术前体力活动水平,但与对照组相比肺康复组患者术后体力活动水平显著增加。

3 术前联合术后肺康复

近年来,越来越多学者更多同时关注术前、术后肺康复的研究。Vagvolgyi等^[22-23]在一项临床试验中将208例合并COPD肺癌手术患者分成3组,比较了术前、术后、术前联合术后肺康复后患者各项功能参数。结果发现用力肺活量、胸

廓活动度、 FEV_1 、6分钟步行距离、COPD评估测试得分(COPD Assessment Test ,CAT)、改良英国医学研究学会呼吸困难指数(Modified Medical Research Council Dyspnoea Scale,mMRC)肺康复后均较前改善。从而得出结论:术前、术后肺康复均可改善患者运动能力、生存质量。但这项研究并未收集术后并发症相关的数据,也未作组间的比较分析。

Saito H^[24]进行的一项回顾性研究中收集了116例合并COPD的肺癌患者,其中51例进行了术前、术后肺康复,数据显示术前肺康复后VC增加了5.3%, FEV_1 增加了5.5%,手术后1月 FEV_1 恢复率肺康复组显著好于非康复组。应用回归分析发现ppo FEV_1 ,ppo FEV_1 %是肺叶切除术后肺炎独立预测因子,从而认为:术前、术后肺康复可改善肺叶切除术后早期肺功能恢复率,可降低术后肺炎发生率。Fujimoto S^[25]通过一项回顾性的研究发现:术前联合术后肺康复较单纯术前或术后肺康复更能有效预防术后肺炎。

Marhic A^[26]则选取了20例因为严重合并症或肺功能低于手术标准无法手术的非小细胞肺癌患者进行术前术后肺康复联合无创正压通气,结果发现术前肺康复后患者 FEV_1 增加了12%, VO_2 max增加了3.5ml/kg/min,所有患者均进行了手术治疗,术后并发症发生率为20%,死亡率为5%,随访5年生存率高达52%。从而认为:围手术期肺康复可使初始不符合手术条件的肺癌得以手术切除,这些高危患者术后可长期生存。

4 辅助呼吸训练设备的应用

辅助呼吸设备在COPD等呼吸系统内科疾病患者中应用较广泛,一些学者对其在肺癌切除术患者中的应用也进行了研究。包括:激励式肺量计(incentive spirometry,IS)、间歇正压呼吸(intermittent positive pressure breathing,IPPB)、非侵入性压力支持通气(non-invasive pressure support ventilation,NIPSV)等。Perrin等^[27]将39例术前 FEV_1 小于70%的患者随机分成2组,对照组给予术前7天至术后3天胸部物理治疗,包括每3min 4—5次最大吸气后咳嗽,总共15min,利用深呼吸训练器进行深呼吸训练,干预组在对照组基础上增加NIPSV。患者进行NIPSV一天至少5次,每次1h,术后2h开始进行同样的NIPSV训练,结果发现NIPSV显著改善了患者的肺功能参数,使PPCs下降,LOS缩短。Freynet等^[28]在一篇系统综述总结后得出结论:NIPSV联合胸部物理治疗在减少术后并发症,促进患者术后恢复方面是安全和有效的。Agostini等^[29]在一项随机对照研究中将180例肺癌患者随机分成2组,对照组术后给予每小时10次胸部扩张训练、辅助咳嗽、早期移动、主动的肩部运动,干预组在对照组基础上给予激励式肺量计训练,结果发现两组术后第4天的 FEV_1 下降率,以及PPCs、LOS均无显著性差异。Agostini^[30]在另一篇系

统综述分析后结论:目前无充分证据表明激励式肺量计对胸部手术患者有益。Ludwig等^[31]将135例患者根据出生日期分成2组,80例作为对照组,55例作为干预组,对照组自术后第一天至出院给予呼气抗阻训练,膈式呼吸,体位管理,伸展和肩部运动(所有患者疼痛控制在小于4分)。干预组在对照组基础上给予15—20mmHg的IPPB,至少1天3次,结果发现两组PPCs、LOS无显著性差异。从而得出结论:未发现IPPB可对肺癌术后带来显著改善证据。这项研究中选取的患者也是肺功能相对较好的患者($FEV_1 > 70\%$)。

5 展望

综上所述,术前肺康复可有效改善患者的功能状态,减少因心肺功能受限而不能手术患者比例,降低术后并发症发生率,缩短住院时间。术前肺康复的时间多为4周,但术前<10天短期的肺康复训练亦有效,临床上可行性更高。术后常规气道廓清、早期移动、上肢的活动对患者有益,出院后进行康复训练可改善患者术后的功能状态,改善生存质量。术前联合术后肺康复可能使患者获益更大,特别是针对手术高危患者。目前具体方法学上仍未有一致性意见,尤其是针对人群不同,基础肺功能状态不同,所采用的肺康复方法应该有所区别。在今后的研究中,如何根据患者不同病情,不同基础心肺功能状态,制定出更有针对性、更实用、更易于推广及标准化的肺康复训练方案仍需我们进一步探讨。

参考文献

[1] British Thoracic Society, Society of Cardiothoracic Surgeons of Great Britain and Ireland Working Party. BTS guidelines: guidelines on the selection of patients with lung cancer for surgery[J].Thorax, 2001,56(2): 89—108.

[2] Colice GL, Shafazand S, Griffin JP, et al. Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery. ACCP evidenced-based clinical practice guidelines (2nd edition)[J].Chest,2007,132 (Suppl. 3):161S—177S.

[3] 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) [J].Eur Respir J, 2009,34(1): 17—41.

[4] Cesario A, Ferri L, Galetta D,et al. Pre-operative pulmonary rehabilitation and surgery for lung cancer[J].Lung Cancer, 2007,57:118—199.

[5] Divisi D, Francesco C, Leonardo G,et al. Preoperative pulmonary rehabilitation in patients with lung cancerand chronic obstructive pulmonary disease[J]. European Journal of Cardio -Thoracic Surgery, 2013,43(2):293—296.

[6] Bobbio A,Chetta A, Ampollini L,et al. Preoperative pulmo-

nary rehabilitation in patients undergoing lung resection for non-small cell lung cancer[J].European Journal of Cardio Thoracic Surgery, 2008, 33: 95—98.

[7] 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]. Journal of Thoracic Oncology, 2016, 12(2): 323—333.

[8] Hashmi A, Baciewicz FA, Soubani AO, et al.Preoperative pulmonary rehabilitation for marginal-function lung cancer patients[J]. Asian Cardiovasc Thorac Ann, 2017, 25(1): 47—51.

[9] Morano MT, Amanda AS,Nascimento FB, et al.Preoperative pulmonary rehabilitation versus chest physical therapy in patients undergoing lung cancer resection: a pilot randomized controlled trial[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2013, 94(1): 53—58.

[10] Quarterman RL, McMillan A, Ratcliffe MB,et al. Effect of preoperative delay on prognosis for patients with early stage non-small cell lung cancer[J]. Thorac Cardiovasc Surg, 2003, 125: 108—113.

[11] Benzo R, Wigle D, Novotny P, et al. Preoperative pulmonary rehabilitation before lung cancer resection: results from two randomized studies[J]. Lung Cancer, 2011, 74(3): 441—445.

[12] Pehlivan E, Turna A, Gurses A,et al. The effects of preoperative short-term intense physical therapy in lung cancer patients: a randomized controlled trial[J]. Ann Thorac Cardiovasc Surg, 2011, 17: 461—468.

[13] Chesterfield-Thomas G, Goldsmith I. Impact of preoperative pulmonary rehabilitation on the thoracscore of patients undergoing lung resection[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2016, 23(5): 729—732.

[14] Gao K, Yu PM, Su JH, 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 [J]. Thorac Cancer, 2015, 6(4): 443—449.

[15] 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度慢性阻塞性肺病患者的影响:一项前瞻性随机对照试验[J].中国肺癌杂志, 2016, 19(11): 746—775.

[16] Lai Y, Su J, Qiu P, et al.Systematic short-term pulmonary rehabilitation before lung cancer lobectomy: a randomized trial[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2017,25(3):476—483.

[17] Zhou K, Su J, Lai Y, et al.Short-term inpatient-based high-intensive pulmonary rehabilitation for lung cancer patients: is it feasible and effective?[J]. Thorac Dis, 2017,9(11): 4486—4493.

- [18] Arbane G, Tropman D, Jackson D, et al. Evaluation of an early exercise intervention after thoracotomy for non-small cell lung cancer(NSCLC) effects on quality of life, muscle strength and exercise tolerance: randomized controlled trial [J]. *Lung Cancer*, 2011, 71: 229—234.
- [19] Reeve JC, Nicol K, Stiller K, et al. Does physiotherapy reduce the incidence of postoperative complications following pulmonary resection via open thoracotomy? A preliminary-randomized single-blind clinical trial[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2010, 37: 1158—1167.
- [20] Cesario A, Ferri L, Galetta D, et al. Post-operative respiratory rehabilitation after lung resection for non-small cell lung cancer[J]. *Lung Cancer*, 2007, 57: 175—180.
- [21] Maeda K, Higashimoto Y, Honda N, et al. Effect of a post-operative outpatient pulmonary rehabilitation program on physical activity in patients who underwent pulmonary resection for lung cancer[J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2016, 16(5): 550—555.
- [22] Vagvolgyi A, Rozgonyi Z, Kerti M, et al. Effectiveness of perioperative pulmonary rehabilitation in thoracic surgery[J]. *Thorac Dis*, 2017, 9(6): 1584—1591.
- [23] Vagvolgyi A, Rozgonyi Z, Kerti M, et al. Effectiveness of pulmonary rehabilitation and correlations in between functional parameters, extent of thoracic surgery and severity of post-operative complications: randomized clinical trial[J]. *Thorac Dis*, 2018, 10(6): 3519—3531.
- [24] Saito H, Hatakeyama K, Konno H, et al. Impact of pulmonary rehabilitation on postoperative complications in patients with lung cancer and chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Thorac Cancer*, 2017, 8(5): 451—460.
- [25] Fujimoto S, Nakayama T. Effect of combination of pre- and postoperative pulmonary rehabilitation on onset of postoperative pneumonia: a retrospective cohort study based on data from the diagnosis procedure combination database in Japan [J]. *Int J Clin Oncol*, 2019, 24(2): 211—221.
- [26] Marhic A, Dakhil B, Plantefeve G, et al. Interact Long-term survival following lung surgery for cancer in high-risk patients after perioperative pulmonary rehabilitation[J]. *Cardiovasc Thorac Surg*, 2019, 28(2): 235—239.
- [27] Perrin C, Jullien V, Vénissac N, et al. Prophylactic use of noninvasive ventilation in patients undergoing lung resectional surgery[J]. *Respir Med*, 2007, 101: 1572—1578.
- [28] Freynet A, Falcoz PE. Does non-invasive ventilation associated with chest physiotherapy improve outcome after lung resection? [J]. *Interactive Cardio Vascular and Thoracic Surgery*, 2008, 7: 1152—1154.
- [29] Agostini P, Naidu B, Cieslik H. Effectiveness of incentive spirometry in patients following thoracotomy and lung resection including those at high risk for developing pulmonary complications[J]. *Thorax*, 2013, 68(6): 580—585.
- [30] Agostini P, Singh S. Incentive spirometry following thoracic surgery: what should we be doing? Narrative review[J]. *Physiotherapy*, 2009, 95: 76—82.
- [31] Ludwig C, Angenendt S, Martins R, et al. Intermittent positive-pressure breathing after lung surgery[J]. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*, 2011, 19: 10—13.