

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.14.015

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20220621.1359.002.html\(2022-06-22\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20220621.1359.002.html(2022-06-22))

肺气肿指数预测 I ~ II a 期肺癌患者肺叶切除术后 呼吸系统并发症的效能研究*

党荣广,韩鲁军,杨 晔,张 燕,董英辉[△]

(河北省石家庄市第一医院肿瘤科 050000)

[摘要] **目的** 探讨肺气肿指数(EI)预测 I ~ II a 期肺癌患者肺叶切除术后呼吸系统并发症的效能。**方法** 回顾性分析 2018 年 10 月至 2021 年 5 月该院收治的 115 例行肺叶切除术的 I ~ II a 期肺癌患者(A 组)的资料,选取同期体检的 103 例健康者为对照(B 组)。对比两组 EI、肺功能及 A 组不同临床分期 EI,分析 A 组呼吸系统并发症发生率(包括肺部感染、肺不张、胸腔积液、低氧血症、肺动脉栓塞和呼吸衰竭等);分析术前 EI 与 I ~ II a 期肺癌患者肺叶切除术后发生呼吸系统并发症的关系和其对后者的预测效能。**结果** 两组 EI 比较差异无统计学意义($P>0.05$),A 组 I a 期、I b 期、II a 期患者 EI 比较差异无统计学意义($P>0.05$)。随访期间,A 组呼吸系统并发症发生率 13.04%。A 组用力肺活量(FVC)、第 1 秒用力呼气量(FEV₁)、第 1 秒用力呼气量实测值占预测值的比值(FEV₁%)均低于 B 组($P<0.05$),A 组 EI 与 FVC、FEV₁、FEV₁% 均呈负相关($r=-0.726,-0.709,-0.684,P=0.019,0.028,0.042$)。A 组有呼吸系统并发症患者术前 EI 高于无呼吸系统并发症患者($P<0.05$)。合并糖尿病、术前中度肺通气障碍、吸烟史、术前 EI 高均是 A 组术后有呼吸系统并发症的独立危险因素($P<0.05$)。EI 预测 I ~ II a 期肺癌患者肺叶切除术后发生呼吸系统并发症的最佳截断点为 10.12%,灵敏度、特异度和曲线下面积(AUC)分别为 80.00%、83.00%和 0.843。**结论** EI 在肺癌患者肺叶切除术后呼吸系统并发症的预测中可能具有重要价值。

[关键词] 肺气肿指数;肺叶切除术;呼吸系统;并发症

[中图法分类号] R734.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2022)14-2405-05

Efficiency of emphysema index in predicting respiratory system complications after lobectomy in patients with stage I — II a lung cancer*

DANG Rongguang, HAN Lujun, YANG Ye, ZHANG Yan, DONG Yinghui[△]

(Department of Oncology, Shijiazhuang Municipal First Hospital, Shijiazhuang, Hebei 050000, China)

[Abstract] **Objective** To explore the efficiency of the emphysema index (EI) in predicting the respiratory complications after lobectomy in the patients with stage I — II a lung cancer. **Methods** The data of 115 patients with stage I — II a lung cancer treated by lobectomy (group A) in this hospital from October 2018 to May 2021 were retrospectively analyzed and 103 healthy persons undergoing the physical examination in this hospital during the same period were selected as the controls (group B). EI and lung function were compared between the two groups. EI and the incidence rates of respiratory system complications(including lung infection, pulmonary atelectasis, pleural effusion, hyoxemia, pulmonary arterial embolism, respiratory failure, etc.) were compared among different clinical stages in the group A. The relationships between preoperative EI and respiratory system complications occurrence after lobectomy in the patients with stage I — II a lung cancer and the predictive efficiency for the latter were analyzed. **Results** There was no statistically significant difference in preoperative EI between the two groups ($P>0.05$). There was no statistically significant difference in preoperative EI among the stage I a, I b and II a of the group A ($P>0.05$). During the follow-up, the incidence rate of respiratory system complications in the group A was 13.04%. The ratio value of FVC, FEV₁ and FEV₁% to the predictive measure values in the group A were lower than that in the group B ($P<0.05$). EI in

* 基金项目:河北省医学科学研究计划项目(20191462)。 作者简介:党荣广(1983—),主治医师,硕士,主要从事肿瘤内科学研究。

[△] 通信作者, E-mail: r8sxqm@163.com。

the group A was negatively correlated with the predictive values of FVC, FEV₁ and FEV₁% ($r = -0.726, -0.709, -0.684, P = 0.019, 0.028, 0.042$). The preoperative EI values in the patients with respiratory system complications of the group A was higher than that of the patients without respiratory system complications ($P < 0.05$). Complicating diabetes mellitus, preoperative moderate pulmonary ventilation disorder, smoking history and preoperative EI all were the independent risk factors for respiratory system complications of the group A ($P < 0.05$). The best cut-off point of EI for predicting respiratory system complications after lobectomy in the patients with lung cancer was 10.12%, the sensitivity, specificity and area under the curve (AUC) were 80.00%, 83.00% and 0.843, respectively. **Conclusion** EI could have the important value in predicting the respiratory system complications after lobectomy in the patients with lung cancer.

[Key words] emphysema index; lobectomy; respiratory system; complications

肺叶切除术是目前临床上治疗早期肺癌的重要手段^[1]。然而,大部分肺癌患者术前常存在轻至中度的肺功能损伤,导致其术后易出现肺部感染、低氧血症及肺不张等呼吸系统并发症^[2]。有研究报道^[3],胸腔镜下肺叶切除术后肺部并发症发生率为 7.4%。临床多采用肺功能检测预测肺癌切除术后呼吸系统并发症,然而部分重症患者无法配合,具有一定的局限性^[4]。多层螺旋 CT 扫描(multi-slice CT, MSCT)测定肺气肿指数(emphysema index, EI)采用高分辨率 CT 技术进行高速肺容积采样,可准确反映肺组织解剖结构及功能变化^[5],提高肺癌患者肺叶切除术后呼吸系统并发症预测的准确度,对于降低术后并发症发生率具有重要作用。因此,寻找一种准确、合适地预测肺癌患者肺叶切除术后呼吸系统并发症的方法尤为重要。本研究将 EI 应用于 I ~ II a 期肺癌患者肺叶切除术后呼吸系统并发症的预测中,探讨其应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2018 年 10 月至 2021 年 5 月本院收治的 115 例行肺叶切除术的 I ~ II a 期肺癌患者(A 组)资料,另选取同期体检的 103 例健康者为对照(B 组)。A 组男 65 例,女 50 例;年龄 29 ~ 80 岁,平均(58.24 ± 10.15)岁;病理分型:非小细胞癌 97 例,小细胞癌 18 例;临床分期^[6]:Ia 期 30 例,Ib 期 49 例,IIa 期 36 例;合并症:高血压 63 例,糖尿病 42 例,高脂血症 15 例;术前肺通气功能障碍程度:轻度[第 1 秒用力呼气量占用力肺活量比值(FEV₁/FVC)60% ~ <80%]75 例,中度(FEV₁/FVC 40% ~ <60%)40 例,均行常规开胸肺叶切除术;术后辅助放化疗 13 例;切除部位:左侧 67 例,右侧 48 例;麻醉方式:双腔插管单肺通气 66 例,喉罩麻醉 30 例,单腔插管 19 例;吸烟史(连续或累积吸烟 ≥ 6 个月)59 例。B 组男 56 例,女 47 例;年龄 25 ~ 79 岁,平均(57.16 ± 10.23)岁;吸烟史 26 例。纳

入标准:(1)A 组均为行肺叶切除术的肺癌患者;(2)B 组为体检健康者,且近 3 个月未发生其他疾病;(3)资料完整。排除标准:(1)既往有开胸手术史;(2)伴间质性肺部疾病;(3)A 组术前肺部感染;(4)合并严重心肝肾功能不全;(5)伴其他类型呼吸系统疾病。两组性别、年龄、吸烟史比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。本研究经本院伦理委员会批准(20180861),患者签署知情同意书。

1.2 方法

A 组患者于术前采用 MSCT 测定 EI, B 组健康者于体检当日采用 MSCT 测定 EI, 仪器选用 SOMATOM Sensation 16 MSCT(德国西门子公司)。扫描前先进行呼吸训练,使受试者能在吸气末屏气,选取仰卧位,双臂上举,实施吸气末肺尖至肺底扫描,参数:管电压、有效管电流、扫描准直、旋转时间、层厚、层间隔分别为 120 kV、250 mA、128 × 0.625、0.5 s、1 mm、1 mm。将吸气末薄层原始数据传输至系统工作站,设定 CT 值 < -950 HU 为肺气肿区,利用肺气肿半自动测量软件将气管、主支气管和食管等较大的含气腔隙手动去除后对肺气肿体积/全肺体积进行计算,即为 EI。A 组患者于术前、B 组于体检当日进行肺功能检查,采用德国 Jaeger 公司 TOENNIES 型肺功能仪,选取坐位,测量 FVC、FEV₁、第 1 秒用力呼气量实测值占预测值的比值(FEV₁%)。A 组患者术后给予常规抗感染、补充电解质等对症治疗。

1.3 观察指标

对比两组 EI、肺功能及 A 组不同临床分期 EI, 分析 A 组呼吸系统并发症发生率(包括肺部感染、肺不张、胸腔积液、低氧血症、肺动脉栓塞和呼吸衰竭等)。分析术前 EI 与 I ~ II a 期肺癌患者肺叶切除术后发生呼吸系统并发症的关系和其对后者的预测效能。

1.4 统计学处理

采用 SPSS26.0 统计软件进行分析。计数资料以例数或率表示,采用 χ^2 检验;计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,

两组间比较采用 *t* 检验,多组间比较采用单因素方差分析和 SNK-*q* 检验;采用 Pearson 法分析 EI 与患者肺功能关系,以受试者工作特征(ROC)曲线预测 EI 对肺癌患者肺叶切除术后发生呼吸系统并发症的效能。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组 EI 及 A 组不同临床分期 EI 比较

A 组 EI(9.13 ± 1.48)%与 B 组(8.76 ± 1.53)%比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。A 组 I a 期、I b 期、II a 期患者 EI 分别为(8.95 ± 1.37)%、(9.16 ± 1.41)%、(9.24 ± 1.35)%,差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.2 A 组呼吸系统并发症发生情况

A 组呼吸系统并发症发生率为 13.04%(15/115),其中 5 例肺部感染、3 例肺不张、4 例胸腔积液、1 例低氧血症、1 例呼吸衰竭、1 例肺动脉栓塞。

2.3 EI 与肺功能的关系分析

A 组 FVC、FEV₁、FEV₁% 均低于 B 组($P<0.05$),见表 1;A 组 EI 与 FVC、FEV₁、FEV₁% 均呈负相关($r=-0.726$ 、 -0.709 、 -0.684 , $P=0.019$ 、 0.028 、 0.042)。

表 1 两组肺功能比较				
组别	<i>n</i>	FVC(L)	FEV ₁ (L)	FEV ₁ %
A 组	115	3.34±0.42	2.45±0.39	78.76±10.21
B 组	103	4.16±0.63	3.38±0.47	91.96±8.35
<i>t</i>		11.412	15.956	10.376
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

2.4 A 组呼吸系统有无并发症患者的 EI 及临床资料比较

A 组有呼吸系统并发症患者 EI(10.41 ± 1.65)%高于无呼吸系统并发症患者(8.94 ± 1.53)%,差异有统计学意义($P<0.05$)。A 组有呼吸系统并发症患者性别、年龄、病理分型、高血压、高脂血症、新辅助放化疗、切除部位、各麻醉方式占比与未并发症患者比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),糖尿病、术前中度肺通气障碍、吸烟史占比均高于未并发症患者($P<0.05$),见表 2。合并糖尿病、术前中度肺通气障碍、吸烟史、EI 高均是 A 组术后有呼吸系统并发症的独立危险因素($P<0.05$),见表 3。

2.5 EI 预测 I~II a 期肺癌患者肺叶切除术后发生呼吸系统并发症的效能

EI 预测 I~II a 期肺癌患者肺叶切除术后发生呼吸系统并发症的最佳截断点为 10.12%,灵敏度、特异度和曲线下面积(AUC)分别为 80.00%、83.00%

和 0.843(95%CI:0.763~0.904),见图 1。

表 2 A 组呼吸系统并发症患者临床资料对比

项目	并发 (<i>n</i> =15)	未并发 (<i>n</i> =100)	χ^2/t	<i>P</i>
性别[<i>n</i> (%)]			0.085	0.771
男	9(60.00)	56(56.00)		
女	6(40.00)	44(44.00)		
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	60.64±9.26	57.88±10.37	0.974	0.332
病理分型[<i>n</i> (%)]			0.070	0.791
非小细胞癌	13(86.67)	84(84.00)		
小细胞癌	2(13.33)	16(16.00)		
合并症[<i>n</i> (%)]				
高血压	10(66.67)	53(53.00)	0.983	0.321
糖尿病	10(66.67)	32(32.00)	6.761	0.009
高脂血症	3(20.00)	12(12.00)	0.736	0.391
术前肺通气功能障碍[<i>n</i> (%)]			4.836	0.028
轻度	6(40.00)	69(69.00)		
中度	9(60.00)	31(31.00)		
新辅助放化疗[<i>n</i> (%)]			1.301	0.254
是	3(20.00)	10(10.00)		
否	12(80.00)	90(90.00)		
切除部位[<i>n</i> (%)]			0.501	0.479
左侧	10(66.67)	57(57.00)		
右侧	5(33.33)	43(43.00)		
麻醉方式[<i>n</i> (%)]				
双腔插管单肺通气	7(46.67)	59(59.00)	0.811	0.368
喉罩麻醉	5(33.33)	25(25.00)	0.470	0.493
单腔插管	3(20.00)	16(16.00)	0.151	0.697
吸烟史[<i>n</i> (%)]	15(100.00)	44(44.00)	16.373	<0.001

表 3 A 组术后有呼吸系统并发症的影响因素分析

影响因素	β	SE	Wald χ^2	<i>P</i>	OR	95%CI
合并糖尿病	1.356	0.475	8.149	0.015	3.881	2.483~6.066
术前中度肺通气障碍	1.143	0.426	7.199	0.031	3.136	2.093~4.698
吸烟史	1.624	0.453	12.852	<0.001	5.073	3.054~8.426
EI	1.479	0.468	9.987	0.003	4.389	2.792~6.899

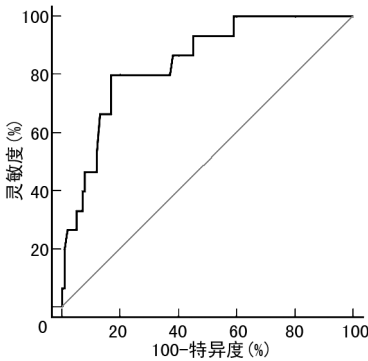


图 1 术前 EI 预测 I~II a 期肺癌患者肺叶切除术后发生呼吸系统并发症的 ROC 曲线

3 讨 论

肺癌是肺部常见的原发性恶性肿瘤,肺叶切除后呼吸面积骤减,术后容易出现呼吸系统并发症,严重影响患者术后恢复^[7]。评估肺叶切除术后呼吸系统并发症的风险是外科医生重要的临床能力,传统肺功能检查不能完全准确地进行预测,具有一定的局限性^[8]。预测肺癌患者肺叶切除术后呼吸系统并发症已经成为预防和减少呼吸系统并发症不可缺少的手段之一,提高其预测准确度对于患者术后恢复具有重要作用。

本研究结果显示,A 组与 B 组 EI 相近,且 A 组患者 EI 在 I a 期、I b 期、II a 期比较亦无明显差异,可能是因所选择的肺癌患者临床分期较早,病情尚未出现严重变化。利用 MSCT 扫描和定量 CT 技术,可以得到三维、直观的图像及各项量化指标,能够更加清晰地呈现肺癌患者肺部病变特点和毗邻关系^[9]。肺癌患者肺部 CT 多表现为肺密度发生改变,肺气肿在 CT 图像上的表现主要是正常肺实质周围不正常的低密度衰减区域,而肺气肿病理改变的肺组织 CT 值大多小于设定的阈值,经三维重建后密度衰减区的容积即为肺气肿容积,故 EI 随肺气肿容积的增加而升高^[10]。本研究结果显示,A 组呼吸系统并发症发生率 13.04%,且有呼吸系统并发症患者 EI 高于无呼吸系统并发症患者,与姚兵等^[11]研究结果一致。提示术前高 EI 的患者肺叶切除术后易发生呼吸系统并发症。肺癌患者多为中老年人群,患者身体机能下降,中性粒细胞趋化作用及吞噬功能降低,咳嗽无力,排痰困难,痰液滞留容易造成气道阻塞,引发肺部感染、肺不张及呼吸衰竭等并发症^[12]。呼吸系统并发症患者肺泡腔异常扩大并伴有肺泡壁的破坏,与正常的肺组织之间存在一定的密度差,导致肺组织 CT 值远小于设定的阈值,进而导致 EI 升高^[13]。

本研究还发现,A 组肺功能参数均低于 B 组,且 A 组 EI 与肺功能参数均呈负相关,可知术前 EI 越高意味着患者的肺功能损害越严重;术前高 EI 是肺癌患者肺叶切除术后出现呼吸系统并发症的危险因素,可能原因是术前 EI 越高,提示患者的肺功能损害越严重,表明患者的病情越严重,手术需要切除的范围越大,创伤也越严重,因此术后呼吸系统并发症发生率也越高。EI 预测 I ~ II a 期肺癌患者肺叶切除术后发生呼吸系统并发症的最佳截断点为 10.12%,灵敏度、特异度和 AUC 分别为 80.00%、83.00% 和 0.843,提示 MSCT 测得 EI 能够用于 I ~ II a 期肺癌患者肺叶切除术后呼吸系统并发症的预测,且具有较好的准确性。MSCT 测得 EI 通过评估各肺叶肺气肿

组织容积所占比例情况,客观全面评估肺气肿容积,能够有效预测肺癌患者肺叶切除术后呼吸系统并发症的发生情况^[14-15]。本研究还发现,合并糖尿病、术前中度肺通气障碍、吸烟史均是 A 组术后有呼吸系统并发症的独立危险因素,可能是由于合并糖尿病可加重术后应激与炎性反应,术前中度肺通气障碍意味着病情更严重,吸烟史可由于吸入大量的有害物质造成肺组织损害,因而均可增加呼吸系统并发症发生的风险。

综上所述,本研究通过影像学量化指标预测 I ~ II a 期肺癌患者肺叶切除术后呼吸系统并发症,实现了 CT 形态和功能的有机结合,为多学科合作和精准医疗提供新的思路。然而,本研究具有一定的局限性,仅测得吸气末 EI,并未行呼气末 EI 测量,在后续研究中将进一步探讨呼气末 EI 对呼吸系统并发症发生的影响。

参考文献

- [1] SEO Y S, KIM H J, WU H G, et al. Lobectomy versus stereotactic ablative radiotherapy for medically operable patients with stage I A non-small cell lung cancer: a virtual randomized phase III trial stratified by age [J]. *Thoracic Cancer*, 2019, 10(6): 1489-1499.
- [2] EZER N, KALE M, SIGEL K, et al. Outcomes after video-assisted thoracoscopic lobectomy versus open lobectomy for early-stage lung cancer in older adults [J]. *Ann Am Thorac Soc*, 2018, 15(1): 76-82.
- [3] 程少毅, 陈召, 陈静, 等. 胸腔镜下肺叶切除术后发生肺部并发症的危险因素分析 [J]. *现代生物医学进展*, 2019, 19(6): 1087-1090, 1114.
- [4] 李业彪, 邱泳波, 陈淑珍, 等. 第 1 秒用力呼气容积占预计值百分比、每分钟最大通气量占预计值百分比及肺一氧化碳弥散量占预计值百分比与非小细胞肺癌患者术后心肺并发症的关系研究 [J]. *实用心脑血管病杂志*, 2019, 27(12): 53-57.
- [5] 倪其鸣, 虞凌明, 焦静. 低剂量宝石能谱 CT 测量肺气肿指数, 平均肺密度在评估肺癌患者肺功能的价值研究 [J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2019, 17(9): 45-48.
- [6] 杨龙海, 叶波, 魏星, 等. 最新国际肺癌 TNM 分期标准 (第 8 版) 修订稿解读 [J]. *中国医刊*,

- 2016,51(9):22-25.
- [7] SEZEN C B,GOKCE A,KALAFAT C E,et al. Risk factors for postoperative complications and long-term survival in elderly lung cancer patients: a single institutional experience in Turkey[J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*,2019,67(5):442-449.
- [8] YOKOTA S,KOIZUMI M,TOGASHI K,et al. Preoperative pulmonary function tests do not predict the development of pulmonary complications after elective major abdominal surgery: a prospective cohort study[J]. *Int J Surg*,2020,73(6):65-71.
- [9] DAI L,SHI G,LI Y,et al. Values of thoracic contrast-enhanced computed tomography in detecting incidental pulmonary thromboembolism in patients with malignant tumors[J]. *Oncol Lett*,2019,17(1):355-359.
- [10] 黄晓旗,祁鑫华,王雷,等. 基于 KARL 迭代算法对 COPD 低剂量 CT 扫描条件下肺气肿定量测量的影响[J]. *西安交通大学学报(医学版)*,2020,41(3):410-414,467.
- [11] 姚兵,李勇,李忠诚,等. 高原地区肺气肿指数对老年患者肺叶切除术后呼吸并发症的预测价值[J]. *临床肺科杂志*,2019,24(3):23-26.
- [12] OHSAWA M,TSUTANI Y,FUJIWARA M,et al. Predicting severe postoperative complication in patients with lung cancer and interstitial pneumonia[J]. *Ann Thorac Surg*,2020,109(4):1054-1060.
- [13] KAWAGUCHI Y,HANAOKA J,OHSHIO Y,et al. A risk score to predict postoperative complications after lobectomy in elderly lung cancer patients[J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*,2018,66(9):537-542.
- [14] 张迪,管宇,范丽,等. 吸烟者多层螺旋 CT 双呼吸相肺气肿,空气潴留定量及与肺功能的相关性分析[J]. *中华医学杂志*,2018,98(19):1467-1473.
- [15] 施晓雷,夏艺,范丽,等. 慢性阻塞性肺疾病患者肺气肿改变对气道重塑与气流受限相关性的影响[J]. *临床放射学杂志*,2018,37(6):931-935.
- (收稿日期:2021-10-18 修回日期:2022-02-08)
-
- (上接第 2404 页)
- spiratory muscle strength and diaphragm ultrasound: normative values, theoretical considerations, and practical recommendations[J]. *Respiration*,2020,99(5):369-381.
- [12] GOLIGHER E C,LAGHI F,DETSKY M E,et al. Measuring diaphragm thickness with ultrasound in mechanically ventilated patients: feasibility, reproducibility and validity[J]. *Intensive Care Med*,2015,41(4):642-649.
- [13] MAYNARD-PAQUETTE A C,POIRIER C,CHARTRAND-LEFEBVRE C,et al. Ultrasound evaluation of the quadriceps muscle contractile index in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease: relationships with clinical symptoms, disease severity and diaphragm contractility[J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*,2020,15:79-88.
- [14] RITTAYAMAI N,CHUAYCHOO B,TSCH-EIKUNA J,et al. Ultrasound evaluation of diaphragm force reserve in patients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Ann Am Thorac Soc*,2020,17(10):1222-1230.
- [15] NEKLUDOVA G V,AVDEEV S N. Possibilities of ultrasound research of the diaphragm[J]. *Ter Arkh*,2019,91(3):86-92.
- [16] WHEBELL S,SANE S,NAIDU S,et al. Use of ultrasound to determine changes in diaphragm mechanics during a spontaneous breathing trial[J]. *J Intensive Care Med*,2021,36(9):1044-1052.
- [17] VETRUGNO L,GUADAGNIN G M,BARBARIOL F,et al. Ultrasound imaging for diaphragm dysfunction: a narrative literature review[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*,2019,33(9):2525-2536.
- (收稿日期:2021-12-18 修回日期:2022-03-18)