

## · 论著 · 肺癌 ·

基于贝叶斯网络的非小细胞肺癌患者胸腔镜手术后  
并发心律失常风险预测模型的构建扫描二维码  
查看全文薛锦<sup>1</sup>, 申晓梅<sup>2</sup>, 游继军<sup>1</sup>, 王熠<sup>1</sup>, 徐跻京<sup>1</sup>**【摘要】 目的** 基于贝叶斯网络构建非小细胞肺癌(NSCLC)患者胸腔镜手术后并发心律失常风险预测模型。**方法** 选取2020—2021年在泰州市第二人民医院实施胸腔镜手术的213例NSCLC患者作为研究对象,将胸腔镜手术后住院期间并发心律失常的NSCLC患者纳入心律失常组,未并发心律失常的NSCLC患者纳入非心律失常组。比较两组患者基线资料及实验室检查指标;采用多因素Logistic回归分析探讨NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的影响因素;基于多因素Logistic回归分析结果,采用贝叶斯网络构建NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常风险预测模型。**结果** 213例NSCLC患者完成胸腔镜手术后有34例并发心律失常,心律失常发生率为16.0%。心律失常组年龄>75岁者占比、TNM分期为Ⅱ期者占比、合并高血压者占比、吸烟指数>400年支者占比、第1秒用力呼气末容积占预计值的百分比(FEV<sub>1</sub>%) $\leq$ 70%者占比、左心房前后径>40 mm者占比、并发低氧血症者占比高于非心律失常组( $P<0.05$ )。多因素Logistic回归分析结果显示,年龄>75岁、TNM分期为Ⅱ期、合并高血压、吸烟指数>400年支、FEV<sub>1</sub>% $\leq$ 70%、左心房前后径>40 mm、并发低氧血症是NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的危险因素( $P<0.05$ )。基于多因素Logistic回归分析结果,采用贝叶斯网络构建NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常风险预测模型,结果显示,年龄、TNM分期、合并高血压、吸烟指数、FEV<sub>1</sub>%、左心房前后径、并发低氧血症均与NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常直接相关;基于条件规律分布基础,以术后并发心律失常为父节点,年龄>75岁、吸烟指数>400年支、TNM分期为Ⅱ期、FEV<sub>1</sub>% $\leq$ 70%、左心房前后径>40 mm、并发低氧血症、合并高血压的条件概率分别为47.4%、44.3%、42.5%、42.2%、40.4%、24.3%、21.9%;且年龄可通过影响肺功能间接影响心律失常的发生,肺功能可通过影响左心房前后径间接影响心律失常的发生,吸烟指数可通过影响TNM分期间接影响心律失常的发生。**结论** 年龄>70岁、TNM分期为Ⅱ期、合并高血压、吸烟指数>400年支、FEV<sub>1</sub>% $\leq$ 70%、左心房前后径>40 mm、并发低氧血症是NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的危险因素,基于上述危险因素及贝叶斯网络构建的NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常风险预测模型能反映NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的风险。**【关键词】** 癌,非小细胞肺;胸腔镜手术;心律失常;贝叶斯网络**【中图分类号】** R 730.26 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2022.00.168薛锦,申晓梅,游继军,等.基于贝叶斯网络的非小细胞肺癌患者胸腔镜手术后并发心律失常风险预测模型的构建[J].实用心脑血管病杂志,2022,30(8):13-18.[[www.syxnf.net](http://www.syxnf.net)]

XUE J, SHEN X M, YOU J J, et al. Construction of risk prediction model of arrhythmia in patients with non-small cell lung cancer after thoracoscopic surgery based on Bayesian network [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2022, 30(8): 13-18.

**Construction of Risk Prediction Model of Arrhythmia in Patients with Non-Small Cell Lung Cancer after Thoracoscopic Surgery Based on Bayesian Network** XUE Jin<sup>1</sup>, SHEN Xiaomei<sup>2</sup>, YOU Jijun<sup>1</sup>, WANG Yi<sup>1</sup>, XU Jijing<sup>1</sup>

1. Thoracic Surgery, Taizhou Second People's Hospital, Taizhou 225500, China

2. Medical Oncology, Taizhou Second People's Hospital, Taizhou 225500, China

Corresponding author: SHEN Xiaomei, E-mail: 13961091047@163.com

**【Abstract】 Objective** To build a risk prediction model for arrhythmia in patients with non-small cell lung cancer (NSCLC) after thoracoscopic surgery based on Bayesian network. **Methods** A total of 213 NSCLC patients who underwent thoracoscopic surgery in Taizhou Second People's Hospital from 2020 to 2021 were selected as the research subjects. NSCLC patients with arrhythmia during hospitalization after thoracoscopic surgery were included in the arrhythmia group, and NSCLC patients without arrhythmia were included in the non-arrhythmic group. The baseline data and laboratory indicators were compared between the two groups. Multivariate Logistic regression analysis was used to explore the influencing factors of

arrhythmia in patients with NSCLC after thoracoscopic surgery. Based on the results of multivariate Logistic regression analysis, Bayesian network was used to construct a risk prediction model for arrhythmia in patients with NSCLC after thoracoscopic surgery. **Results** Among 213 NSCLC patients who completed thoracoscopic surgery, 34 were complicated with arrhythmia, and the incidence of arrhythmia was 16.0%. The proportion of age > 75 years old, the proportion of TNM stage II, the proportion of combined hypertension, the proportion of smoking index > 400, the proportion of FEV<sub>1</sub>% ≤ 70%, the proportion of left atrial anteroposterior diameter > 40 mm, the proportion of complicated with hypoxia and the proportion of hyperemia in the arrhythmia group were higher than those in the non-arrhythmic group ( $P < 0.05$ ). The results of multivariate Logistic regression analysis showed that age > 75 years old, TNM stage II, combined with hypertension, smoking index > 400, FEV<sub>1</sub>% ≤ 70%, left atrial anteroposterior diameter > 40 mm, complicated with hypoxemia were risk factors of arrhythmia in patients with NSCLC after thoracoscopic surgery ( $P < 0.05$ ). Based on the above risk factors and Bayesian network construction of NSCLC patients after thoracoscopic surgery for arrhythmia risk prediction model results show that age, TNM stage, combined hypertension, smoking index, FEV<sub>1</sub>%, left atrial anteroposterior diameter, and concurrent hypoxemia were all directly related to arrhythmia in patients with NSCLC after thoracoscopic surgery. Based on the distribution of conditional regularity, with postoperative concurrent arrhythmia as the parent node, the conditional probabilities of age > 75 years old, smoking index > 400, TNM stage II, FEV<sub>1</sub>% ≤ 70%, left atrial anteroposterior diameter > 40 mm, complicated with hypoxemia, combined hypertension were 47.4%, 44.3%, 42.5%, 42.2%, 40.4%, 24.3%, and 21.9%, respectively. Age can indirectly affect the occurrence of arrhythmia by affecting the lung function, lung function can indirectly affect the occurrence of arrhythmia by affecting the anterior and posterior diameter of the left atrium, and smoking index can indirectly affect the occurrence of arrhythmia by affecting the TNM stage. **Conclusion** Age > 70 years old, TNM stage II, combined hypertension, smoking index > 400, FEV<sub>1</sub>% ≤ 70%, left atrial anteroposterior diameter > 40 mm, complicated with hypoxemia are the risk factors of arrhythmia in patients with NSCLC after thoracoscopic surgery. Based on the above risk factors and Bayesian network, the risk prediction model of arrhythmia in patients with NSCLC after thoracoscopic surgery can reflect the risk of arrhythmia in patients with NSCLC after thoracoscopic surgery.

**【 Key words 】** Carcinoma, non-small-cell lung; Thoracoscopic surgery; Arrhythmia; Bayesian network

手术治疗是非小细胞肺癌 (non-small cell lung cancer, NSCLC) 患者常用的治疗方式, 其能通过切除原发病灶和转移的淋巴结, 解除肿瘤占位, 遏制疾病进展<sup>[1]</sup>。但手术操作对机体自主神经功能具有一定的刺激性, 且可影响呼吸及循环系统, 导致患者术后容易并发心律失常<sup>[2-3]</sup>。NSCLC患者术后常见的心律失常包括房室传导阻滞、窦性心动过速等, 心律失常发生后将增加不良事件的发生风险、延长患者住院时间、阻碍患者恢复, 从而导致病死率升高。因此, 寻找可降低心律失常发生风险的措施尤为重要。虽然胸腔镜手术中出血量较少, 手术切口较小, 术中切开少许肌肉对机体心肺功能的影响较小, 能在一定程度上降低术后并发心律失常的风险<sup>[4]</sup>, 但仍有部分NSCLC患者在胸腔镜手术后并发心律失常, 导致病死率增加。因此, 应对NSCLC患者进行全面细致的评估, 干预相关危险因素, 以降低术后心律失常发生风险, 从而保证患者安全度过手术危险期, 延长其生存时间。何文俊等<sup>[5]</sup>研究发现, 肺癌患者术后并发心律失常与肺功能、术后电解质紊乱等因素相关。但目前NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的相关研究较少, 理论依据不足, 且未形成在临床适用性较强的相关预测模型。基于此, 本研究旨在构建基于贝叶斯网络的NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常风险预测模型, 以期对预防NSCLC患者术后心律失常提供参考。

## 1 对象与方法

1.1 研究对象 选取2020—2021年在泰州市第二人民医院实施胸腔镜手术的213例NSCLC患者作为研究对象。其中男

124例, 女89例; 年龄47~81岁, 平均(61.5 ± 2.1)岁; BMI 17.3~26.9 kg/m<sup>2</sup>, 平均(22.7 ± 0.8) kg/m<sup>2</sup>; 病理类型: 鳞癌102例, 腺癌111例; TNM分期<sup>[6]</sup>: I期89例, II期124例; 分化程度: 高分化46例, 中分化109例, 低分化58例。纳入标准: (1)符合《中华医学会肺癌临床诊疗指南(2018版)》<sup>[7]</sup>中NSCLC的诊断标准; (2)原发性肿瘤; (3)单侧病变; (4)TNM分期为I期、II期; (5)完成电视胸腔镜肺叶切除术; (6)术前心电图检查显示窦性心律; (7)术前血压稳定在180/110 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa)以下。排除标准: (1)有心律失常病史者; (2)合并除高血压以外的心血管疾病者; (3)合并其他肺部疾病者; (4)合并其他恶性肿瘤者; (5)存在广泛淋巴结转移者; (6)术前预防性使用抗心律失常药物者。本研究经泰州市第二人民医院医学伦理委员会审核通过〔伦审(2020015)号〕, 患者均签署知情同意书。

## 1.2 研究方法

1.2.1 心律失常评估方法和分组方法 参考《室性心律失常中国专家共识》<sup>[8]</sup>诊断心律失常, 且采用心电图检查(于患者经皮超声引导下封堵术后次日行心电图检查)进一步确诊。将胸腔镜手术后住院期间并发心律失常的NSCLC患者纳入心律失常组, 未并发心律失常的NSCLC患者纳入非心律失常组。

1.2.2 资料收集 收集患者基线资料及实验室检查指标, 包括性别、年龄(>75岁为高龄患者)、BMI、肿瘤类型(鳞癌、腺癌)、TNM分期(I期、II期)、肿瘤分化程度

(高分化、中分化、低分化)、淋巴结侵犯(影像学检查发现)发生情况、合并高血压(收缩压 $\geq 140$  mm Hg和/或舒张压 $\geq 90$  mm Hg)情况、合并糖尿病(空腹血糖 $\geq 7.0$  mmol/L和/或餐后2 h血糖 $\geq 11.1$  mmol/L)情况、吸烟指数(吸烟指数 $> 400$ 年支为重度吸烟, 吸烟指数=每天吸烟支数 $\times$ 吸烟年数)、第1秒用力呼气容积占预计值的百分比(percentage of forced expiratory volume in one second in the predicted value, FEV<sub>1</sub>%)、心率、左心房前后径、并发低氧血症(动脉血氧分压 $< 83$  mm Hg)情况、并发低钠血症(血清钠 $< 135$  mmol/L)情况。

1.3 统计学方法 采用SPSS 25.0软件进行数据处理。计数资料以相对数表示, 组间比较采用 $\chi^2$ 检验; 等级资料比较采用秩和检验; 计量资料均经Shapiro-Wilk正态性检验, 且符合正态分布, 以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 组间比较采用两独立样本 $t$ 检验; 采用多因素Logistic回归分析探讨NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的影响因素; 采用R 4.1.0 统计分析软件和“bnlearn”软件包, 采用爬山算法进行网络结构学习, 最大似然估计进行网络参数学习, cpquery计算贝叶斯网络条件概率分布表。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 NSCLC患者胸腔镜手术后心律失常发生情况 213例NSCLC患者完成胸腔镜手术后有34例并发心律失常, 心律失常发生率为16.0%。

2.2 两组基线资料、实验室指标比较 两组性别、BMI、肿瘤类型、肿瘤分化程度及发生淋巴结侵犯者占比、合并糖尿病者占比、心率、并发低钠血症者占比比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。心律失常组年龄 $> 75$ 岁、TNM分期为II期、合并高血压、吸烟指数 $> 400$ 年支、FEV<sub>1</sub>% $\leq 70\%$ 、左心房前后径 $> 40$  mm、并发低氧血症者占比高于非心律失常组, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ ), 见表1。

2.3 NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常影响因素的多因素Logistic回归分析 以年龄(赋值: $> 75$ 岁=1,  $\leq 75$ 岁=0)、TNM分期(赋值: II期=1, I期=0)、合并高血压(赋值: 是=1, 否=0)、吸烟指数(赋值: $> 400$ 年支=1,  $\leq 400$ 年支=0)、FEV<sub>1</sub>%(赋值: $\leq 70\%$ =1,  $> 70\%$ =0)、左心房前后径(赋值: $> 40$  mm=1,  $\leq 40$  mm=0)、并发低氧血症(赋值: 是=1, 否=0)为自变量, 以NSCLC患者胸腔镜手术后是否并发心律失常为因变量(赋值: 是=1, 否=0), 进行多因素Logistic回归分析, 结果显示, 年龄 $> 75$ 岁、TNM分期为II期、合并高血压、吸烟指数 $> 400$ 年支、FEV<sub>1</sub>% $\leq 70\%$ 、左心房前后径 $> 40$  mm、并发低氧血症是NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的危险因素( $P < 0.05$ ), 见表2。

2.4 NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常风险预测模型 基于多因素Logistic回归分析中NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的影响因素, 采用贝叶斯网络构建包含8个节点、10条有向边的NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常风险预测模型, 并获得各个节点的条件概率, 结果显示, 年龄、TNM分期、合并高血压、吸烟指数、FEV<sub>1</sub>%、左心房前后径、并

表1 两组基线资料、实验室检查指标比较

Table 1 Comparison of baseline data and laboratory indexes between the two groups

项目	心律失常组 (n=34)	非心律失常组 (n=179)	检验统计量值	P值
性别(男/女)	18/16	106/73	0.463 <sup>a</sup>	0.496
年龄[n(%)]			9.250 <sup>a</sup>	0.002
>75岁	21(61.8)	61(34.1)		
$\leq 75$ 岁	13(38.2)	118(65.9)		
BMI( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	22.5 $\pm$ 0.8	22.7 $\pm$ 0.8	1.300 <sup>b</sup>	0.192
肿瘤类型[n(%)]			0.011 <sup>a</sup>	0.916
鳞癌	16(47.1)	86(48.0)		
腺癌	18(52.9)	93(52.0)		
TNM分期[n(%)]			7.472 <sup>a</sup>	0.006
I期	7(20.6)	82(45.8)		
II期	27(79.4)	97(54.2)		
肿瘤分化程度[n(%)]			0.815 <sup>c</sup>	0.415
高分化	7(20.6)	39(21.8)		
中分化	21(61.8)	88(49.2)		
低分化	6(17.6)	52(29.0)		
淋巴结侵犯[n(%)]	15(44.1)	56(31.3)	2.117 <sup>a</sup>	0.146
合并高血压[n(%)]	11(32.4)	18(10.1)	10.257 <sup>a</sup>	0.001
合并糖尿病[n(%)]	8(23.5)	41(22.9)	0.006 <sup>c</sup>	0.937
吸烟指数[n(%)]			13.236 <sup>a</sup>	$< 0.001$
>400年支	25(73.5)	71(39.7)		
$\leq 400$ 年支	9(26.5)	108(60.3)		
FEV <sub>1</sub> %[n(%)]			8.387 <sup>a</sup>	0.004
$\leq 70\%$	19(55.9)	54(30.2)		
$> 70\%$	15(44.1)	125(69.8)		
心率( $\bar{x} \pm s$ , 次/min)	82.3 $\pm$ 8.1	81.6 $\pm$ 8.5	0.490 <sup>b</sup>	0.625
左心房前后径[n(%)]			12.904 <sup>a</sup>	$< 0.001$
>40 mm	20(58.8)	29(16.2)		
$\leq 40$ mm	14(41.2)	150(83.8)		
并发低氧血症[n(%)]	12(35.3)	23(12.8)	10.482 <sup>a</sup>	0.001
并发低钠血症[n(%)]	5(14.7)	17(9.5)	0.369 <sup>a</sup>	0.544

注: <sup>a</sup>表示 $\chi^2$ 值, <sup>b</sup>表示 $t$ 值, <sup>c</sup>表示 $Z$ 值; FEV<sub>1</sub>%=第1秒用力呼气容积占预计值的百分比

发低氧血症均与NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常直接相关; 基于条件规律分布基础, 以术后并发心律失常为父节点, 年龄 $> 75$ 岁、吸烟指数 $> 400$ 年支、TNM分期为II期、FEV<sub>1</sub>% $\leq 70\%$ 、左心房前后径 $> 40$  mm、并发低氧血症、合并高血压的条件概率分别为47.4%、44.3%、42.5%、42.2%、40.4%、24.3%、21.9%; 且年龄可通过影响肺功能间接影响心律失常的发生, 肺功能可通过影响左心房前后径间接影响心律失常的发生, 吸烟指数可通过影响TNM分期间接影响心律失常的发生, 见图1。

## 3 讨论

临床多通过手术治疗NSCLC患者, 切除病变肺叶后可达

表2 NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常影响因素的多因素 Logistic回归分析

Table 2 Multivariate Logistic regression analysis of influencing factors of arrhythmia after thoracoscopic surgery in NSCLC patients

变量	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$ 值	P值	OR值	95%CI
年龄	1.139	0.387	8.689	0.003	3.125	(1.465, 6.666)
TNM分期	1.182	0.450	6.902	0.009	3.261	(1.350, 7.875)
合并高血压	1.453	0.443	10.769	0.001	4.278	(1.796, 10.191)
吸烟指数	1.441	0.418	11.904	0.001	4.225	(1.864, 9.581)
FEV <sub>1</sub> %	0.822	0.379	4.710	0.030	2.276	(1.083, 4.784)
左心房前后径	1.332	0.387	11.872	0.001	3.790	(1.776, 8.087)
并发低氧血症	1.039	0.438	5.634	0.018	2.826	(1.199, 6.664)

到治疗效果。传统的开胸手术虽然能切除病变，但是由于手术创伤大、患者免疫力不足、恢复能力差，患者在术后容易发生心肺并发症<sup>[9]</sup>。其中以心律失常较为常见，其发生后将加剧患者负担，影响患者恢复，可能会引起心力衰竭，甚至导致死亡<sup>[10]</sup>。胸腔镜手术可减轻NSCLC患者手术创伤，降低术后并发心律失常的风险，然而仍有部分患者术后并发心律失常<sup>[11]</sup>。目前，NSCLC患者术后并发心律失常的机制尚不明确，其危险因素仍有争议。因此，应继续探索与NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常有关的因素，并采取针对性措施以降低危险因素对患者造成的负面影响。

本研究结果显示，213例NSCLC患者完成胸腔镜手术后有34例并发心律失常，发生率为16.0%，提示NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的风险较高。本研究多因素Logistic回归分析结果显示，年龄>75岁、TNM分期为Ⅱ期、合并高

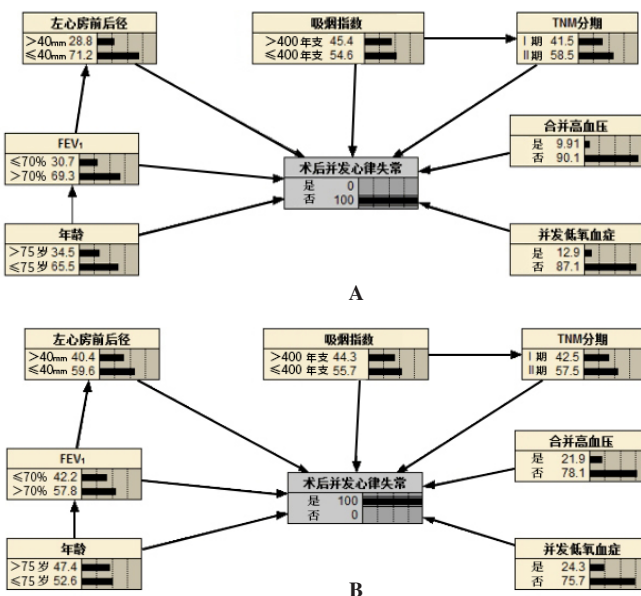
血压、吸烟指数>400年支、FEV<sub>1</sub>%≤70%、左心房前后径>40 mm、并发低氧血症是NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的危险因素。基于贝叶斯网络的NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的风险预测模型结果显示，年龄、TNM分期、合并高血压、吸烟指数、FEV<sub>1</sub>%、左心房前后径、并发低氧血症均与NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常直接相关；基于条件规律分布基础，以并发心律失常为父节点，年龄>75岁的条件概率最高，吸烟指数>400年支、TNM分期为Ⅱ期、FEV<sub>1</sub>%≤70%、左心房前后径>40 mm、并发低氧血症的条件概率依次降低，合并高血压的条件概率最低；且年龄可通过影响肺功能间接影响心律失常的发生，肺功能可通过影响左心房前后径间接影响心律失常的发生，吸烟指数可通过影响TNM分期间接影响心律失常发生，分析原因如下。

人体正常老化过程中神经纤维密度降低，心房心肌结构逐渐改变，心房扩张，心脏传导系统功能减弱，心肌收缩力、心肌氧利用率、心排血量等也随之减低。NSCLC患者接受手术时，由于心脏负荷加重，更容易发生心律失常<sup>[12]</sup>。同时随着年龄增长，人体器官储备与代偿能力随之降低，心肌细胞、窦房结起搏细胞等细胞数量随之减少。当行胸腔镜肺叶切除术时，年龄较大的患者在手术应激状态下难以代偿，从而引发心律失常。而且，随着年龄增长胶原蛋白沉积增加，促进心电局部颤动样传导或传导阻滞，在炎症、氧化应激等刺激因素的作用下可能诱发心律失常<sup>[13]</sup>。还有，随着年龄的增大，患者肺功能逐渐降低，从而增加了术后并发心律失常的风险。

TNM分期越高，肿瘤的侵袭性相对更高，浸润程度更深，NSCLC患者术后发生并发症的风险可能更高<sup>[14]</sup>。而且，TNM分期高的NSCLC患者肿瘤进展更严重，压迫的肺组织和周围神经、血管数量更多，胸腔镜手术需要切除的组织、清扫的淋巴结可能更多，损伤的神经、血管也相对更多，从而引起更严重的应激反应和炎症反应，进而增加心律失常的发生风险<sup>[15]</sup>。因此，对于TNM分期较高的患者，在胸腔镜手术前应进行全面的评估，必要时预防性使用抗心律失常药物，还可视情况进行术前辅助化疗以缩小病灶，从而减小手术创伤。

高血压患者血压升高，增加了心血管压力负荷，激活神经体液系统，可能会引起心肌重构，造成心腔空间结构变化和心肌负荷的异常，增加心电图QT间期离散度，而手术会进一步增加心脏负荷，导致心律失常的发生<sup>[16]</sup>。而且高血压患者血压变异性可能引起心肌缺血，造成心肌肥厚，引起左心室舒张功能障碍，降低心室顺应性，增加细胞外基质堆积，造成心房不匀称牵张，促进心律失常的发生<sup>[17]</sup>。对此，术前应积极控制血压，减少血压对患者的影响，以预防术后心律失常的发生。

吸烟是心血管疾病发生的危险因素，烟草中的尼古丁会影响人体的呼吸系统与心血管系统，降低机体心肺功能和代偿功能，从而增加NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的风险<sup>[18]</sup>。而且，吸烟指数高的患者术后痰量相对更多，术后存在排痰困难，这可能引起术后肺部感染或肺不张，进一步增加心律失常等并发症的发生风险<sup>[19]</sup>。因此，吸烟指数越



注：A为术后未并发心律失常，B为术后并发心律失常；FEV<sub>1</sub>%=第1秒用力呼气容积占预计值的百分比

图1 基于贝叶斯网络的NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常风险预测模型

Figure 1 Risk prediction model of arrhythmia in patients with NSCLC after thoracoscopic surgery based on Bayesian network

高的NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的风险越高。此外,吸烟指数越高,对肺部损伤越严重,为肿瘤细胞的侵袭提供条件,从而造成NSCLC患者临床分期进展。因此,对于吸烟指数高的NSCLC患者术前应严格禁烟,术后严格加强患者的呼吸道管理,以减少心律失常的发生。

FEV<sub>1</sub>%≤70%的患者肺部功能相对更差,可能引起心肺功能障碍,加之手术造成肺毛细血管减少可进一步影响心肺功能,从而增加术后心律失常的发生风险<sup>[20]</sup>。因此,应注重评估NSCLC患者胸腔镜手术前肺功能,在入院后对肺功能较差的NSCLC患者实施肺功能锻炼,如吹气球、爬楼梯等活动,帮助其提升肺功能,以减轻手术对心肺功能的影响,从而减少术后心律失常的发生。

左心房面积是心血管事件发生的危险因素,左心房前后径>40 mm的患者可能左心房增大,存在左心室舒张功能障碍,可过度拉伸肺静脉,激活肺静脉异常兴奋点,从而诱发心律失常<sup>[21]</sup>。同时,左心房前后径增大可降低心室顺应性和增加心脏负荷,可能造成NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的风险升高<sup>[22]</sup>。但肺功能通过影响左心房前后径间接影响心律失常发生的具体机制目前尚不清楚,后续仍需继续研究加以明确。

NSCLC患者胸腔镜手术后因肺叶被切除,肺通气面积减小,会影响肺通气/血流比,而且切口遗留的疼痛、残留麻醉抑制呼吸不利于患者的排痰,容易引起术后低氧血症的发生。NSCLC患者胸腔镜手术引起低氧血症后,增加了右心负荷,可引起心律失常<sup>[23]</sup>。而低氧血症患者呼吸加快、加深,可增加胸腔内压力,影响心脏的舒缩功能,导致心脏负担增大,改变心肌自律性,从而诱发心律失常<sup>[24]</sup>。而且,缺氧和二氧化碳潴留会增加人体儿茶酚胺的释放,刺激肾素-血管紧张素系统,造成术后心律失常发生风险升高。因此,采用胸腔镜手术治疗NSCLC患者时应充分供氧,监测动态血氧饱和度,及时改善缺氧情况,以预防低氧血症,从而减少心律失常的发生。

综上所述,年龄>70岁、TNM分期为Ⅱ期、合并高血压、吸烟指数>400年支、FEV<sub>1</sub>%≤70%、左心房前后径>40 mm、并发低氧血症是NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的危险因素,基于上述危险因素及贝叶斯网络构建的NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常风险预测模型能反映NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常的风险。本研究为单中心、横断面研究,未深入阐明各项因素在NSCLC患者胸腔镜手术后并发心律失常中的具体作用机制,且缺乏与其他地区、医院患者的比较,此外纳入样本量有限,研究结果可能存在偏倚,未来仍需要多中心、大样本量的研究进一步分析。

作者贡献:薛锦、申晓梅进行文章的构思与设计;申晓梅进行研究的实施与可行性分析,负责文章的质量控制及审核,对文章整体负责、监督管理;游继军、王熠进行资料收集;徐跻京进行资料整理;薛锦撰写论文;王熠、徐跻京进行统计学处理;薛锦、申晓梅进行论文的修订。

本文无利益冲突。

## 参考文献

- [1] 陈国标, 周建平, 杜巍, 等. 胸腔镜肺楔形切除术、胸腔镜下肺段切除术、胸腔镜肺叶切除术治疗早期肺癌的疗效比较研究 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2022, 30 (4): 23-28. DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2022.00.108.
- [2] ZABOROWSKA-SZMIT M, KRZAKOWSKI M, KOWALSKI D M, et al. Cardiovascular complications of systemic therapy in non-small-cell lung cancer [J]. J Clin Med, 2020, 9 (5): E1268. DOI: 10.3390/jcm9051268.
- [3] TODOROV H, JANSSEN I, HONNDORF S, et al. Clinical significance and risk factors for new onset and recurring atrial fibrillation following cardiac surgery—a retrospective data analysis [J]. BMC Anesthesiol, 2017, 17 (1): 163. DOI: 10.1186/s12871-017-0455-7.
- [4] LOU X Y, SANDERS A, WAGH K, et al. Safety and feasibility of thoracoscopic lung resection for non-small-cell lung cancer in octogenarians [J]. Innovations (Phila), 2021, 16 (1): 68-74. DOI: 10.1177/1556984520971620.
- [5] 何文俊, 张仲道, 赵思鸿. 肺癌患者术后并发心律失常的临床特征及危险因素分析 [J]. 中国肿瘤临床与康复, 2019, 26 (3): 304-306. DOI: 10.13455/j.cnki.cjcor.2019.03.14.
- [6] RAMI-PORTA R, CALL S, DOOMS C, et al. Lung cancer staging: a concise update [J]. Eur Respir J, 2018, 51 (5): 1800190. DOI: 10.1183/13993003.00190-2018.
- [7] 中华医学会, 中华医学会肿瘤学分会, 中华医学会杂志社. 中华医学会肺癌临床诊疗指南(2018版) [J]. 肿瘤研究与临床, 2018, 30 (12): 793-824. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-9801.2018.12.001.
- [8] 中华医学会心电生理和起搏分会, 中国医师协会心律学专业委员会. 室性心律失常中国专家共识 [J]. 中华心律失常学杂志, 2016, 20 (4): 279-326. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-6638.2016.04.002.
- [9] DUMA N, SANTANA-DAVILA R, MOLINA J R. Non-small cell lung cancer: epidemiology, screening, diagnosis, and treatment [J]. Mayo Clin Proc, 2019, 94 (8): 1623-1640. DOI: 10.1016/j.mayocp.2019.01.013.
- [10] 肖懿慧, 高渊, 吴燕, 等. 肺癌术后房性心律失常的多因素分析 [J]. 现代肿瘤医学, 2019, 27 (16): 2864-2867. DOI: 10.3969/j.issn.1672-4992.2019.16.015.
- [11] 李仁拴, 陈家宽, 李伟. 电视胸腔镜手术治疗非小细胞肺癌患者的疗效观察 [J]. 实用临床医药杂志, 2019, 23 (4): 9-10, 13. DOI: 10.7619/jcmp.201904003.
- [12] ZHAO R X, SHI Z H, CHENG S Q. Uniport video assisted thoracoscopic surgery (U-VATS) exhibits increased feasibility, non-inferior tolerance, and equal efficiency compared with multiport VATS and open thoracotomy in the elderly non-small cell lung cancer patients at early stage [J]. Medicine, 2019, 98 (28): e16137. DOI: 10.1097/MD.00000000000016137.
- [13] 张可贤, 杜艺, 舒进军, 等. 单腔气管插管人工气胸

- VATS食管癌根治术围术期心血管事件的危险因素 [J]. 西部医学, 2020, 32 (10): 1484-1487. DOI: 10.3969/j.issn.1672-3511.2020.10.016.
- [14] GELLER A D, ZHENG H, MATHISEN D J, et al. Relative incremental costs of complications of lobectomy for stage I non-small cell lung cancer [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2018, 155 (4): 1804-1811. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2017.11.025.
- [15] CHU G, VERSTEEG H H, VERSCHOOR A J, et al. Atrial fibrillation and cancer — an unexplored field in cardiovascular oncology [J]. Blood Rev, 2019, 35: 59-67. DOI: 10.1016/j.blre.2019.03.005.
- [16] TOTZECK M, SCHULER M, STUSCHKE M, et al. Cardio-oncology — strategies for management of cancer-therapy related cardiovascular disease [J]. Int J Cardiol, 2019, 280: 163-175. DOI: 10.1016/j.ijcard.2019.01.038.
- [17] 王倩敏. 原发性高血压并室性心律失常患者血压昼夜节律和心率震荡的相关性 [J]. 岭南心血管病杂志, 2019, 25 (1): 76-79. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9688.2019.01.17.
- [18] SCHIZAS D, KOSMOPOULOS M, GIANNOPOULOS S, et al. Meta-analysis of risk factors and complications associated with atrial fibrillation after oesophagectomy [J]. Br J Surg, 2019, 106 (5): 534-547. DOI: 10.1002/bjs.11128.
- [19] 李华伟, 张临友. 肺癌患者肺叶切除术后住院时间延长的危险因素分析 [J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2019, 26 (5): 425-430. DOI: 10.7507/1007-4848.201807069.
- [20] 周浩, 胡青. 189例老年食管癌根治术后发生心律失常的危险因素探讨 [J]. 中国医师杂志, 2019, 21 (12): 1857-1860. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1008-1372.2019.12.026.
- [21] MATO A R, CLASEN S, PICKENS P, et al. Left atrial abnormality (LAA) as a predictor of ibrutinib-associated atrial fibrillation in patients with chronic lymphocytic leukemia [J]. Cancer Biol Ther, 2018, 19 (1): 1-2. DOI: 10.1080/15384047.2017.1394554.
- [22] 王建宏, 房居高, 赵丽云, 等. 伴有心功能不全的分化型甲状腺癌患者围术期临床治疗分析 [J]. 中国医药, 2018, 13 (5): 729-732. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2018.05.024.
- [23] ALDOSSARY H S, ALZHRANI A A, NATHANAEL D, et al. G-protein-coupled receptor (GPCR) signaling in the carotid body: roles in hypoxia and cardiovascular and respiratory disease [J]. Int J Mol Sci, 2020, 21 (17): E6012. DOI: 10.3390/ijms21176012.
- [24] 路东明, 陈建华. 老年非小细胞肺癌病人化疗期间并发心律失常的临床特征及影响因素分析 [J]. 实用老年医学, 2020, 34 (11): 1161-1164. DOI: 10.3969/j.issn.1003-9198.2020.11.015.

(收稿日期: 2022-01-24; 修回日期: 2022-05-13)

(本文编辑: 张浩)

## · 作者 · 读者 · 编者 ·

## 《实用心脑血管肺血管病杂志》绿色通道投稿须知

为进一步满足广大医务工作者科研、工作需求,《实用心脑血管肺血管病杂志》开通了投稿绿色通道,凡符合以下条件的稿件编辑部将提供优化研究设计方案、优化统计学处理、优化参考文献等编辑深加工服务并由资深编辑负责论文的修改、润色,享受优先审稿、优先外审、优先出版及减免版面费等优惠政策,欢迎您积极踊跃投稿!

- (1) 最新权威指南/指南解读、述评、Meta分析/系统评价类型文章,其中确有重大指导作用者缴费后1~2个月优先出版;
- (2) 国家级及省级以上基金项目支持文章,其中确有重大影响力者缴费后1~2个月内优先出版;
- (3) 省级基金项目支持文章及前瞻性研究、大型临床随机对照试验、大样本量调查研究缴费后2~3个月内优先出版;
- (4) 系统阐释、深入研究某一种/一组疾病规律的专题研究(由4~6篇文章组成)缴费后2~3个月内优先出版;
- (5) 介绍自主研发/研制或具有专利号的医疗技术、仪器、设备等相关文章,缴费后2~3个月内优先出版;
- (6) 优秀或获奖博士生毕业论文(须附导师推荐意见)缴费后2~3个月内优先出版。

凡符合上述条件的稿件请登录本刊官网([www.syxnf.net](http://www.syxnf.net))“作者投稿系统”进行投稿,并在填写文题信息时标注“绿色通道”、提交基金项目证明文件、论文推荐函以备登记、审核,请务必保证所留信息正确、无误,不符合上述条件而标注“绿色通道”、相关证明材料不全、联系方式不完整或未提交论文推荐函者将直接退稿处理。

凡符合上述条件的稿件审稿时间将控制15~30 d以内,并可申请减免版面费、网络首发等,未尽事宜详询电话:18833006545/0310-2067168,微信号: zuozhequn, E-mail: [syxnfghbz@chinagp.net.cn](mailto:syxnfghbz@chinagp.net.cn)。

(本刊编辑部)