

## 论著·临床研究

## 老年多发肋骨骨折患者肺部并发症风险预测模型的建立

茅怡铭<sup>1</sup>, 吴长江<sup>2</sup>

1. 上海交通大学医学院附属苏州九龙医院胸外科, 苏州 215000; 2. 上海交通大学医学院附属苏州九龙医院重症医学科, 苏州 215000

**[摘要]** **目的**·构建老年多发肋骨骨折患者发生肺部并发症的风险预测模型。**方法**·回顾性分析 2016 年 1 月至 2017 年 12 月期间上海交通大学医学院附属苏州九龙医院胸外科收治的 150 例老年多发肋骨骨折患者的资料。根据是否发生肺部并发症将患者分为病例组 ( $n=88$ ) 和对照组 ( $n=62$ )。结合性别、年龄、肺部基础疾病、吸烟史、肋骨骨折根数、咳嗽情况、糖尿病、就诊时间等 8 项因素进行单因素分析及 Logistic 回归分析。**结果**·单因素分析结果显示: 年龄、肺部基础疾病、吸烟史、肋骨骨折根数、咳嗽情况、糖尿病、就诊时间等因素与发生肺部并发症有关 ( $P<0.05$ )。Logistic 回归分析结果显示: 肺部基础疾病 ( $OR=3.338$ , 95%  $CI$  2.772 ~ 11.606,  $P=0.003$ )、吸烟史 ( $OR=2.407$ , 95%  $CI$  1.103 ~ 5.253,  $P=0.027$ )、肋骨骨折根数 ( $OR=3.321$ , 95%  $CI$  1.178 ~ 9.359,  $P=0.023$ )、咳嗽情况 ( $OR=4.034$ , 95%  $CI$  1.818 ~ 8.952,  $P=0.001$ ) 是老年多发肋骨骨折患者发生肺部并发症的独立危险因素。构建模型的 ROC 曲线下面积为 0.816, 回归模型结果可靠。**结论**·肺部基础疾病、吸烟史、肋骨骨折根数、咳嗽情况是老年多发肋骨骨折患者发生肺部并发症的独立危险因素, 在临床上更应加以关注, 以期减少肺部并发症的发生率。

**[关键词]** 肋骨骨折; 肺部并发症; 老年患者

**[DOI]** 10.3969/j.issn.1674-8115.2019.01.013 **[中图分类号]** R683.106 **[文献标志码]** A

## Establishment of risk prediction model for pulmonary complications in elderly patients with multiple rib fractures

MAO Yi-Ming<sup>1</sup>, WU Chang-Jiang<sup>2</sup>

1. Department of Thoracic Surgery, Suzhou Kowloon Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Suzhou 215000, China; 2. Department of Intensive Care Unit, Suzhou Kowloon Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Suzhou 215000, China

**[Abstract]** **Objective**·To establish a risk prediction model for pulmonary complications in elderly patients with multiple rib fractures. **Methods**·A total of 150 cases of elderly patients with multiple rib fractures were analyzed retrospectively from January 2016 to December 2017 in the Department of Thoracic Surgery, Suzhou Kowloon Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine. Patients were divided into case group ( $n=88$ ) and control group ( $n=62$ ) according to whether pulmonary complications occurred. Univariate analysis and Logistic regression analysis were performed based on 8 factors, including gender, age, basic pulmonary disease, smoking history, the number of rib fractures, expectoration, diabetes, and the treatment time. **Results**·The results of univariate analysis showed that age, basic pulmonary disease, smoking history, the number of rib fractures, expectoration, diabetes, and the treatment time were associated with pulmonary complications ( $P<0.05$ ). Logistic regression analysis showed that basic pulmonary disease ( $OR=3.338$ , 95%  $CI$  2.772~11.606,  $P=0.003$ ), smoking history ( $OR=2.407$ , 95%  $CI$  1.103~5.253,  $P=0.027$ ), the number of rib fractures ( $OR=3.321$ , 95%  $CI$  1.178~9.359,  $P=0.023$ ), and expectoration ( $OR=4.034$ , 95%  $CI$  1.818~8.952,  $P=0.001$ ) were the independent risk factors for pulmonary complications in elderly patients with multiple rib fractures. The area under the model ROC curve was 0.816, and the regression model was reliable. **Conclusion**·Basic pulmonary disease, smoking history, the number of rib fractures and expectoration are the independent risk factors for pulmonary complications in elderly patients with multiple rib fractures. More attention should be paid to these factors in order to reduce the incidence of pulmonary complications.

**[Key words]** rib fracture; pulmonary complications; elderly patients

近年来, 胸部钝性损伤的发生率逐渐增高, 其致伤因素主要包括交通事故、摔伤、高空坠落、打架斗殴等。在所有的胸部钝性损伤中, 肋骨骨折的发病率及死亡率均较高<sup>[1]</sup>。老年人由于身体素质较差, 且常合并一些基础疾病, 在发生肋骨骨折后预后相对不理想, 严重者甚至引起死亡。有研究<sup>[1-2]</sup>发现, 老年肋骨骨折患者的预后及死亡

率与是否发生肺部并发症有关。目前少有针对老年多发肋骨骨折患者肺部并发症筛选独立危险因素及建立风险预测模型报道。因此, 本研究回顾性分析本院收治的 150 例老年多发肋骨骨折患者的临床资料, 旨在建立老年多发肋骨骨折患者发生肺部并发症的风险预测模型, 以期为今后相关治疗提供依据。现报道如下。

**[作者简介]** 茅怡铭 (1985—), 男, 主治医师, 博士生; 电子信箱: 253992240@qq.com。

**[通信作者]** 吴长江, 电子信箱: fancysuxing@163.com。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

采用回顾性研究方法,收集2016年1月至2017年12月期间上海交通大学医学院附属苏州九龙医院胸外科收治的老年多发肋骨骨折患者150例(年龄60~80岁,男性110例,女性40例)。其中发生肺部并发症的共有88例,作为病例组(男性65例,女性23例);未发生肺部并发症的共有62例,作为对照组(男性45例,女性17例)。纳入标准:①均有明确的外伤史,经胸部CT确诊肋骨骨折,肋骨骨折根数达到2根或2根以上(本研究入组患者肋骨骨折根数为2~11根)。②年龄 $\geq 60$ 岁(本研究入组患者年龄60~80岁)。③肋骨骨折采取保守治疗方式。排除标准:①连枷胸患者;采用人工气道通气或机械通气的患者;入院时即合并气胸、血胸的患者。②合并严重冠心病、心力衰竭等严重基础疾病的患者。③病理性肋骨骨折的患者。④合并严重的颅脑创伤、腹部重要脏器损伤等复合伤患者。⑤肋骨骨折需手术治疗的患者。⑥患者及家属不配合诊治或放弃治疗的患者。

### 1.2 方法及观察指标

采用回顾性研究的方法,根据患者的电子病历、检验记录、检查报告等资料,将所需的信息内容填写在自制调查表中。观察指标包括性别、年龄、肺部基础疾病、吸烟史、肋骨骨折根数、咳痰情况、糖尿病、就诊时间等。肺部基础疾病包括慢性阻塞性肺疾病、哮喘。咳痰情况中,若患者能配合医务人员自主咳嗽咳痰,则将其视为咳痰情况好,反之则视为咳痰情况差。

### 1.3 肺部并发症的评估

本研究中,肺部并发症主要包括肺部感染、肺不张、气胸、创伤性胸腔积液、呼吸衰竭、急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)。其中,肺部感染符合文献<sup>[3]</sup>中的诊断标准。肺不张、气胸、创伤性胸腔积液依靠影像学改变诊断。呼吸衰竭符合动脉血气分析动脉血氧分压 $<60$  mmHg (1 mmHg=0.133 kPa),或合并有动脉血二氧化碳分压 $>50$  mmHg的诊断标准。ARDS符合文献<sup>[4]</sup>中的诊断标准。

### 1.4 统计学分析

采用SPSS 19.0软件对数据进行统计学分析。正态分布定量资料有关数值以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 $t$ 检验。非正态分布定量资料以中位数表示,组间比较采用Mann-whitney  $U$ 检验。定性资料以 $n(\%)$ 表示,组间比较采用

卡方检验。以 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。先将所有8个观察指标进行单因素分析,根据单因素分析结果,选择有意义的观察指标进行多因素非条件Logistic回归。使用MedCalc\_v12.3软件绘制并计算受试者工作特征曲线(ROC)下面积(AUC)评价模型的预测能力, $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 肺部并发症评估结果

本研究150例患者中,存在肺部并发症的共有88例,占总人数的58.67%。其中肺不张15例(10.00%),气胸14例(9.33%),创伤性胸腔积液20例(13.33%),肺炎16例(10.67%),呼吸衰竭2例(1.33%),ARDS2例(1.33%),合并2种或2种以上并发症19例(12.67%)。

### 2.2 量化赋值

8个观察指标中,年龄、肋骨骨折根数、就诊时间等3个观察指标为非正态分布的定量资料。为了使模型解释的结果更具有临床意义,以各自的中位数为界,将其转换为分类变量,具体量化赋值详见表1。

表1 8个观察指标的量化赋值

Tab 1 Quantitative assignment of 8 observation indicators

观察指标	赋值
性别(男/女)	1:男。0:女
年龄(60~80岁)	1:71~80岁。0:60~70岁
肺部基础疾病(有/无)	1:有。0:无
吸烟史(有/无)	1:有。0:无
肋骨骨折根数(2~11根)	1:7~11根。0:2~6根
咳痰情况(好/差)	1:差。0:好
糖尿病(有/无)	1:有。0:无
就诊时间	1: $>24$ h。0: $\leq 24$ h

### 2.3 单因素分析

单因素分析表明:年龄、肺部基础疾病、吸烟史、肋骨骨折根数、咳痰情况、糖尿病、就诊时间等因素与发生肺部并发症有关( $P<0.05$ )。详见表2。

表2 肺部并发症的单因素分析

Tab 2 Univariate analysis of pulmonary complications

项目	观察组/ $n(\%)$	对照组/ $n(\%)$	$\chi^2$ 值	$P$ 值
性别			0.031	0.831
男	65 (73.86)	45 (72.58)		

(续表 2)

项目	观察组 /n (%)	对照组 /n (%)	$\chi^2$ 值	P 值
女	23 (26.14)	17 (27.42)		
年龄			7.562	0.006
71 ~ 80 岁	34 (38.64)	11 (17.74)		
60 ~ 70 岁	54 (61.36)	51 (82.26)		
肺部基础疾病			17.050	0.000
有	65 (73.86)	25 (40.32)		
无	23 (26.14)	37 (59.68)		
吸烟史			12.517	0.000
有	57 (64.77)	22 (35.48)		
无	31 (35.23)	40 (64.52)		
肋骨骨折根数			15.598	0.000
7 ~ 11 根	34 (38.64)	6 (9.68)		
2 ~ 6 根	54 (61.36)	56 (90.32)		
咳嗽情况			24.192	0.000
差	60 (68.18)	17 (27.42)		
好	28 (31.82)	45 (72.58)		
糖尿病			5.747	0.017
有	26 (29.55)	8 (12.90)		
无	62 (70.45)	54 (87.10)		
就诊时间			7.940	0.005
>24 h	21 (23.86)	4 (6.45)		
≤ 24 h	67 (76.14)	58 (93.55)		

2.4 Logistic 回归模型的构建

将年龄、肺部基础疾病、吸烟史、肋骨骨折根数、咳嗽情况、糖尿病、就诊时间等 7 个因素纳入多元 Logistic 回归模型。首先检验 7 个因素之间是否存在多重共线性, 结果提示各因素容差 >0.1, 方差膨胀因子 (VIF) <10, 所以不存在多重共线性 (表 3)。采用向前 LR 法建立回归模型, 最终纳入模型的 7 个因素中, 肺部基础疾病、吸烟史、肋骨骨折根数、咳嗽情况等因素具有统计学意义, 表明它们是老年多发肋骨骨折患者发生肺部并发症的独立危险因素。Logistic 回归方程的线性表达式为:  $\text{Logit}(P) = -1.719 + 1.205 \times \text{肺部基础疾病 (有为 1, 无为 0)} + 0.879 \times \text{吸烟史 (有为 1, 无为 0)} + 1.200 \times \text{肋骨骨折根数 (7 ~ 11 根为 1, 2 ~ 6 根为 0)} + 1.395 \times \text{咳嗽情况 (差为 1, 好为 0)}$ 。详见表 4。

表 3 肺部并发症各因素多重共线性检验  
Tab 3 Multicollinearity test of various factors of pulmonary complications

项目	容差	方差膨胀因子
性别	0.703	1.423
年龄	0.840	1.191
肺部基础疾病	0.906	1.104
吸烟史	0.662	1.510
肋骨骨折根数	0.841	1.189
咳嗽情况	0.811	1.233
糖尿病	0.870	1.149
就诊时间	0.897	1.114

表 4 肺部并发症的 Logistic 多因素分析  
Tab 4 Logistic multivariate analysis of pulmonary complications

项目	B	S.E	Wald	P 值	OR 值	95% CI
肺部基础疾病	1.205	0.404	8.920	0.003	3.338	2.772 ~ 11.606
吸烟史	0.879	0.398	4.869	0.027	2.407	1.103 ~ 5.253
肋骨骨折根数	1.200	0.529	5.154	0.023	3.321	1.178 ~ 9.359
咳嗽情况	1.395	0.407	11.763	0.001	4.034	1.818 ~ 8.952

2.5 验证数学预测模型并绘制 ROC 曲线

模型系数的混合检验 ( $\chi^2=49.912, P<0.001$ ) 提示模型通过 Omnibus 检验。最大似然比检验显示最大似然对数值为 153.503, Cox & Snell  $R^2$  值 =0.283, Nagelkerke  $R^2$  值 =0.381,  $R^2$  值均小于 1。Hosmer 和 Lemeshow 检验提示  $\chi^2=4.695, P=0.697$ , 模型通过 Hosmer 和 Lemeshow 检验。上述结果均说明模型拟合效果很好, 得到的 Logistic 模型具有统计学意义。使用 MedCalc\_v12.3 软件绘制 ROC 曲线 (图 1), AUC 为 0.816, 95% CI 为 0.750 ~ 0.882,  $P<0.001$ , 约登指数 0.457 1, 敏感度为 68.1%, 特异度为 75.8%, 提示模型效果良好。

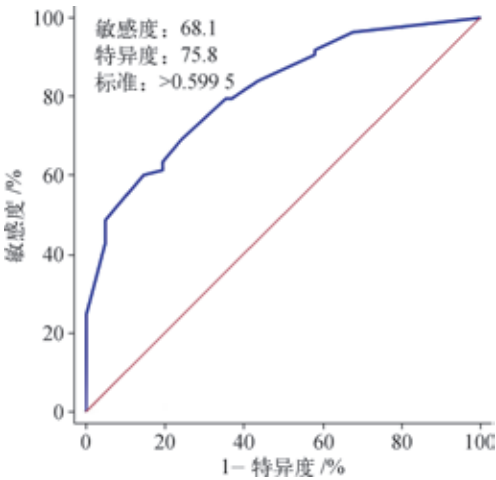


图 1 老年多发肋骨骨折患者肺部并发症风险预测 ROC 曲线图  
Fig 1 ROC curve of risk prediction model for pulmonary complications in elderly patients with multiple rib fractures



### 3 讨论

胸部钝性损伤后,肋骨骨折的发生率很高。据资料<sup>[5]</sup>显示,其发生率可高达85%。老年人较年轻人更易发生肋骨骨折。据Rauchwerger等<sup>[6]</sup>的报道,老年人发生多发肋骨骨折的风险是年轻人的2~2.5倍。这可能与老年人骨质疏松,肋软骨钙化,肋骨发生弹性变的塑性降低、脆性增加等因素有关<sup>[7]</sup>。此外,老年多发肋骨骨折患者相较年轻患者更易发生肺部感染、肺不张、气胸、创伤性胸腔积液等肺部并发症<sup>[7-10]</sup>。肺部感染的发生主要由于如下原因:①多发肋骨骨折后患者胸廓稳定性受到改变,呼吸动度受限制,肺泡通气减少。②为减轻肋骨骨折引起的胸部疼痛,患者通常不自觉地行表浅呼吸;此外,疼痛使患者不敢咳嗽咳痰,致使痰液潴留<sup>[3,7,11]</sup>。肺不张主要由于痰液潴留,导致下呼吸道分泌物梗阻引起。气胸、创伤性胸腔积液的发生与骨折断端刺破胸膜、肺组织、血管等有关。当多发肋骨骨折患者肺部受到严重创伤,导致肺通气、换气功能障碍,肺组织水肿等情况,会引起呼吸衰竭或引发ARDS。老年人由于自身机体功能老化,基础条件差,多器官功能减退,合并多种肺部基础疾病,免疫力低下,加之肺泡壁变薄、凝血功能减低、血管脆性增加等因素,在肋骨骨折后更易发生上述肺部并发症<sup>[7,9,11]</sup>。

本研究采用单因素分析及二分类Logistic回归评估性别、年龄、肺部基础疾病、吸烟史、肋骨骨折根数、咳痰情况、糖尿病、就诊时间等8个因素对老年多发肋骨骨折患者肺部并发症的影响。各自变量之间无多重共线性。没有明显的离群点、杠杆点和强影响点。最终,得到的Logistic模型具有统计学意义。肺部基础疾病、吸烟

史、肋骨骨折根数、咳痰情况4个因素是老年多发肋骨骨折患者发生肺部并发症的独立危险因素。其中,有肺部基础疾病的患者患肺部并发症的风险是无肺部基础疾病患者的3.338倍。有吸烟史患者患肺部并发症的风险是无吸烟史患者的2.407倍。肋骨骨折根数7~11根的患者患肺部并发症的风险是肋骨骨折根数2~6根患者的3.321倍。咳痰情况差的患者患肺部并发症的风险是咳痰情况好的患者的4.034倍。这与国内外的一些研究结果基本一致。文献<sup>[7,12]</sup>发现既往伴支气管炎等肺部疾病的患者发生肺内感染的风险高于其他组;罗守刚<sup>[13]</sup>的研究发现有吸烟史的胸部外伤患者更易发生ARDS;文献<sup>[14-15]</sup>指出有效排痰,保持呼吸道通畅,进行呼吸训练可明显降低肺部感染率及肺不张发生率;大多数学者<sup>[2,16-17]</sup>的研究都认为肋骨骨折根数越多,患者越易罹患肺部并发症,预后越差;但也有学者<sup>[18]</sup>认为患者的预后与肋骨骨折的根数关系不大。

综上所述,对于有肺部基础疾病、有吸烟史、肋骨骨折根数较多、咳痰情况差的老年多发肋骨骨折患者,更应警惕发生肺部并发症的可能。在临床上更应做好保持患者呼吸道通畅、帮助患者有效排痰、加强止痛、合理有效使用抗菌药物等工作,以期降低肺部并发症的发生率。

本研究应用Logistic回归分析方法进行多因素分析,并获取预测模型,并绘制ROC曲线,AUC为0.816,说明本研究所建立的回归模型较为可靠,对于临床上指导老年多发肋骨骨折患者减少肺部并发症发生率有一定帮助。本研究仍存在一定的局限性:首先,本研究为回顾性收集病例资料,无法完全确保所有信息的可信度,这在一定程度上会造成结果的偏倚;其次纳入的数据量有限,期待后续的研究能进一步验证。

### 参·考·文·献

- [1] Barry R, Thompson E. Outcomes after rib fractures in geriatric blunt trauma patients[J]. Am J Surg, 2018, 215(6): 1020-1023.
- [2] Shulzhenko NO, Zens TJ, Beems MV, et al. Number of rib fractures thresholds independently predict worse outcomes in older patients with blunt trauma[J]. Surgery, 2017, 161(4): 1083-1089.
- [3] 叶赞,胡根香,袁建迪. 多肋骨骨折并发肺部感染的危险因素调查分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2013, 23(11): 2617-2618, 2637.
- [4] 孟玲,陈惠敏,张艳敏,等. 大剂量红景天注射液对治疗ALI/ARDS患者的疗效及VEGF-A的影响[J]. 临床急诊杂志, 2018, 19(2): 97-101.
- [5] 何雪明,杨光钊. 双源CT后处理技术在肋骨骨折诊断中的应用[J]. 中国基层医药, 2015, 22(8): 1225-1227.
- [6] Rauchwerger JJ, Candido KD, Deer TR, et al. Thoracic epidural steroid injection for rib fracture pain[J]. Pain Pract, 2013, 13(5): 416-421.
- [7] 国欣涛,田惠民,焦建龙,等. 老年肋骨骨折常见并发症及影响预后的相关因素[J]. 中国老年学杂志, 2013, 33(12): 2777-2779.
- [8] Ali-Osman F, Mangram A, Sucher J, et al. Geriatric (G60) trauma patients with severe rib fractures: is muscle sparing minimally invasive thoracotomy rib fixation safe and does it improve post-operative pulmonary function?[J]. Am J Surg, 2018, 216(1): 46-51.
- [9] 李陈玉. 老年胸外伤临床救治的研究[J]. 河北医学, 2017, 23(2): 323-325.
- [10] 魏飞. 胸外伤的临床诊断与治疗分析[J]. 中国现代药物应用, 2014, 13(23): 17-18.
- [11] 岳建彪. 氨溴索雾化吸入联合肺呼吸功能训练对肋骨骨折患者肺部并发症发生率的影响[J]. 实用医院临床杂志, 2017, 14(6): 213-216.
- [12] 黄涛. 胸外伤的临床特点及合理选用胸腔镜治疗研究[J]. 中外医疗, 2013, 32(1): 83-85.
- [13] 罗守刚. 重症胸外伤并发急性呼吸窘迫综合征的高危因素分析[J]. 现代诊断与治疗, 2015(10): 2347-2348.
- [14] 易淑明,成建初. 胸部损伤患者继发肺部感染原因分析及防治对策[J]. 中华医院感染学杂志, 2013, 23(19): 4686-4688.
- [15] 陈来娟,金凯. 早期呼吸训练降低肋骨骨折患者肺部并发症的应用研究[J]. 中华急诊医学杂志, 2016, 25(9): 1194-1196.
- [16] Battle CE, Hutchings H, Evans PA. Risk factors that predict mortality in patients with blunt chest wall trauma: a systematic review and meta-analysis[J]. Injury, 2012, 43(1): 8-17.
- [17] Fligel BT, Luchette FA, Reed RL, et al. Half-a-dozen ribs: the breakpoint for mortality[J]. Surgery, 2005, 138(4): 717-725.
- [18] Whitson BA, Mcgonigal MD, Anderson CP, et al. Increasing numbers of rib fractures do not worsen outcome: an analysis of the national trauma data bank[J]. Am Surg, 2013, 79(2): 140-150.

[收稿日期] 2018-07-19

[本文编辑] 曹智勇

