

DOI:10.13350/j.cjpb.260205

• 论著 •

# 脑外伤患者开颅术后肺部感染病原菌耐药性监测 及抗生素使用效果评估\*

曾凡锋<sup>1</sup>, 张帆<sup>2</sup>, 邓海波<sup>3</sup>, 郭松<sup>4\*\*\*</sup>(1. 简阳市人民医院神经外科, 四川简阳 641400; 2. 简阳市人民医院重症医学科;  
3. 简阳市人民医院呼吸与危重医学科; 4. 雅安市第二人民医院呼吸与危重医学科)

**【摘要】** **目的** 探讨脑外伤患者开颅术后肺部感染病原菌耐药性监测及抗生素使用效果评估。 **方法** 选取2020年1月至2025年4月于本院诊治的562例脑外伤患者作为研究对象,依据开颅术后有无继发肺部感染分为感染组( $n=93$ )和非感染组( $n=469$ ),观察肺部感染病原菌分布情况和耐药情况,并采用 Logistic 回归分析影响术后继发肺部感染的相关因素。 **结果** 562例脑外伤患者中继发肺部感染共93例,感染组的气管插管或切开占比、机械通气时间、CRP、NLR均非感染组,白蛋白低于非感染组( $P<0.05$ )。单因素 Logistic 回归分析显示,CRP、NLR水平升高、机械通气时间延长、白蛋白含量下降及伴有气管插管或切开是影响脑外伤患者继发肺部感染的危险因素( $P<0.05$ )。经痰培养分离出106株病原菌,革兰阳性菌、革兰阴性菌、真菌分别为30株(28.30%)、68株(64.15%)、8株(7.55%)。药敏结果显示,金黄色葡萄球菌对头孢唑林(84.62%)的耐药性最高,其次为青霉素(76.92%)、阿奇霉素(61.54%)、磺胺甲噁唑/甲氧苄啶(61.54%)、环丙沙星(61.54%)、左氧氟沙星(61.54%);表皮葡萄球菌对头孢唑林(83.33%)的耐药性最高,其次为苯唑西林(66.67%)、青霉素(66.67%)、环丙沙星(66.67%);金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌对万古霉素未产生耐药;鲍曼不动杆菌、铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯菌对氨苄西林的耐药性最高,其次为头孢唑林钠、磺胺甲噁唑/甲氧苄啶;鲍曼不动杆菌和亚胺培南对亚胺培南较为敏感;铜绿假单胞菌对头孢他啶较为敏感。多因素 Logistic 回归分析显示,CRP、NLR水平升高和白蛋白含量下降及伴有气管插管或切开是影响脑外伤患者继发肺部感染的独立危险因素( $P<0.05$ )。ROC 曲线分析显示,由术前 CRP、NLR、白蛋白及气管插管或切开等危险因素构建的综合指数预测脑外伤患者继发肺部感染的 AUC 值、敏感度及特异度分别为 0.834、65.60%、90.60%。 **结论** 脑外伤患者术后继发肺部感染多以鲍曼不动杆菌、铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯菌、金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌多见;并对头孢唑林、青霉素、氨苄西林等抗菌药具有较高的耐药性。

**【关键词】** 脑外伤;开颅;术后肺部感染;病原菌;耐药性;抗生素

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1673-5234(2026)02-0164-05

[*Journal of Pathogen Biology*. 2026 Feb.;21(02):164-168,175.]

## Monitoring of drug resistance of pathogenic bacteria causing pulmonary infection in patients with brain trauma after craniotomy and evaluation of the effect of antibiotic use

ZENG Fanfeng<sup>1</sup>, ZHANG Fan<sup>2</sup>, DENG Haibo<sup>3</sup>, GUO Song<sup>4</sup> (1. Neurosurgery Department, People's Hospital of Jianyang City, Jianyang, Sichuan 641400, China; 2. Intensive Care Unit, People's Hospital of Jianyang City; 3. Respiratory and Critical Care Medicine Department, People's Hospital of Jianyang City; 4. Respiratory and Critical Care Medicine Department, Second People's Hospital of Ya'an City)\*\*\*

**【Abstract】** **Objective** To explore the monitoring of drug resistance of pathogenic bacteria causing pulmonary infection in patients with brain trauma after craniotomy and the evaluation of the effect of antibiotic use. **Methods** A total of 562 patients with brain trauma who were diagnosed and treated in our hospital from January 2020 to April 2025 were selected as the research subjects. They were divided into the infection group ( $n=93$ ) and the non-infection group ( $n=469$ ) based on whether secondary pulmonary infection occurred after craniotomy. The distribution of pathogenic bacteria causing pulmonary infection and drug resistance were observed. Logistic regression was used to analyze the related factors influencing secondary pulmonary infection after surgery. **Results** Among 562 patients with brain trauma, a total of 93 cases had secondary pulmonary infection. The proportion of tracheal intubation or incision, mechanical ventilation time,

\* **【基金项目】** 成都市医学科研课题计划项目(No. 2025469)。

\*\* **【通信作者】** 郭松, E-mail: 64718228@qq.com

**【作者简介】** 曾凡锋(1984-),男,四川隆昌人,本科,副主任医师,研究方向:脑血管疾病的介入及颅脑外伤疾病治疗。E-mail: 13795702015@163.com

CRP, NLR in the infection group were all in the non-infection group, and albumin was lower than that in the non-infection group ( $P < 0.05$ ). Univariate Logistic regression analysis showed that elevated CRP and NLR levels, prolonged mechanical ventilation time, decreased albumin content, and the presence of tracheal intubation or incision were risk factors affecting secondary pulmonary infection in patients with brain trauma ( $P < 0.05$ ). A total of 106 pathogenic bacteria were isolated through sputum culture. Among them, 30 (28.30%) were Gram-positive bacteria, 68 (64.15%) were Gram-negative bacteria and 8 (7.55%) were fungi. The drug sensitivity results showed that *Staphylococcus aureus* had the highest resistance to cefazolin (84.62%), followed by penicillin (76.92%), azithromycin (61.54%), sulfamethoxazole/trimethoprim (61.54%), ciprofloxacin (61.54%), and levofloxacin (61.54%). *Staphylococcus epidermidis* had the highest resistance to cefazolin (83.33%), followed by oxacillin (66.67%), penicillin (66.67%), and ciprofloxacin (66.67%). *S. aureus* and *S. epidermidis* did not develop resistance to vancomycin. *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Klebsiella pneumoniae* have the highest resistance to ampicillin, followed by cefazolin sodium and sulfamethoxazole/trimethoprim. *A. baumannii* and imipenem are relatively sensitive to imipenem. *P. aeruginosa* is relatively sensitive to ceftazidime. Multivariate Logistic regression analysis showed that elevated levels of CRP and NLR, decreased albumin content, and the presence of tracheal intubation or incision were independent risk factors affecting secondary pulmonary infection in patients with brain trauma ( $P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed that the AUC value, sensitivity and specificity of the comprehensive index constructed by preoperative CRP, NLR, albumin and tracheal intubation or incision and other risk factors for predicting secondary pulmonary infection in patients with brain trauma were 0.834, 65.60% and 90.60%. **Conclusion** Secondary pulmonary infections in patients with brain trauma after surgery are mostly caused by *A. baumannii*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*, *S. aureus* and *S. epidermidis*. And it has a high resistance to antibacterial drugs such as cefazolin, penicillin and ampicillin.

**【Keywords】** traumatic brain injury; craniotomy; postoperative pulmonary infection; pathogenic bacteria; drug resistance; antibiotic

脑外伤为神经外科常见急危重症,其中开颅手术为临床治疗该病的重要措施,其目的在于清除颅内血肿或病变组织,降低颅内压,以及改善脑组织血流灌注,通过减少继发性脑损伤,达到改善预后目的<sup>[1]</sup>。然而术后极易继发肺部感染,并在其影响下引发呼吸衰竭、多器官功能障碍综合征等严重并发症<sup>[2]</sup>。据相关文献报道,脑外伤术后并发肺部感染的死亡率可高达19.38%<sup>[3]</sup>。因此尽早控制肺部感染显得尤为重要,对控制病情和改善预后具有重要意义。临床对于肺部感染多采用广谱抗生素治疗,但随着广谱抗生素的不合理使用,甚至滥用,导致耐药菌株产生,使得传统抗生素治疗效果下降,甚至无效,并增加治疗难度。基于该现状,本文认为应根据痰培养和药敏试验结果选择针对性强的抗生素治疗,同时临床也需加强抗生素使用的科学性和规范性。为了解脑外伤继发肺部感染患者病原菌分布和抗生素使用情况,本研究选取562例脑外伤患者临床资料进行研究,并依据开颅术后有无继发肺部感染分组,通过系统分析病原菌分布特征及耐药性演变规律,并结合患者临床指标构建感染风险预测模型,以期临床为临床抗生素选择和预防肺部感染提供循证依据。结果如下:

## 材料与方 法

### 1 临床资料

选取2020年1月至2025年4月于本院诊治的

562例脑外伤患者作为研究对象,依据开颅术后有无继发肺部感染分为感染组( $n=93$ )和非感染组( $n=469$ )。纳入标准:①因脑外伤就诊入院,属闭合性,并接受开颅手术治疗;②年龄 $>18$ 岁;③格拉斯哥昏迷评分(GCS)5~13分;④既往未接受过开颅手术治疗。排除标准:①术前(入院前)已发生感染性疾病,包括肺部感染;②术后48h内死亡;③存在凝血功能障碍;④患有恶性肿瘤。肺部感染诊断标准<sup>[4]</sup>:①痰培养阳性;②体温 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ ,肺部听诊闻及干湿啰音;③胸部X线或CT见浸润影、实变影或磨玻璃影;④白细胞计数(WBC) $>10 \times 10^9/\text{L}$ 。

### 2 方 法

**2.1 标本采集** 对术后出现肺部感染的脑外伤患者取痰标本进行检测,采集痰标本时指导患者用漱口水清理口腔后,深呼吸用力咳嗽,将气管深部痰液咳出,对于无法咳痰者采用纤维支气管镜抽吸痰液。

**2.2 病原菌和药敏试验** 采用VITEK 2-Compact全自动鉴定及药敏分析仪(法国生物梅里埃公司)进行菌种鉴定;采用纸片扩散法进行药敏试验。

**2.3 资料收集** 查阅所有患者病历资料,经Excel表格统计性别、年龄、吸烟史、饮酒史、受伤原因、术前APACHE II评分、术前GCS评分、有无气管插管或切开、机械通气时间、手术时间及术前白细胞计数(WBC)、C-反应蛋白(CRP)、纤维蛋白原(Fib)、中性粒细胞与淋巴细胞比值(NLR)、白蛋白水平等资料。

术前 APACH II 评分;于入院次日评估,评估内容包括三部分,总分为 71 分。术前 GCS 评分;于入院次日评估,评估内容包括 3 方面,总分为 15 分。血清指标测定:于入院次日采集患者空腹静脉血 3 mL,采用全自动血液分析仪测定 WBC 及中性粒细胞、淋巴细胞计数,并计算 NLR,采用化学发光免疫分析法测定 CRP,采用 Sysmex CA-1500 自动血液凝血分析仪测定 Fib;采用溴甲酚绿法测定白蛋白水平。

### 3 统计学方法

本次数据分析采用 SPSS22.0 软件。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  形式表示,行 *t* 检验,计数资料以 *n* 或 % 形式表示,行  $\chi^2$  检验;采用单因素和多因素 Logistic 回归模型分析影响脑外伤术后继发肺部感染患者的危险因

素;统计显著性设定以  $P < 0.05$ 。

## 结 果

### 1 脑外伤患者继发肺部感染情况分析

562 例脑外伤患者中继发肺部感染共 93 例,感染与非感染患者的基线资料比较结果见表 1。感染组的气管插管或切开占比、机械通气时间、CRP、NLR 均非感染组,白蛋白低于非感染组 ( $P < 0.05$ )。单因素分析显示,术前 CRP、NLR 水平升高和白蛋白含量下降、机械通气时间延长及伴有气管插管或切开是影响脑外伤患者继发肺部感染的危险因素 ( $P < 0.05$ ) (表 1)。脑外伤患者继发肺部感染与非感染患者临床相关性热图见图 1。

表 1 感染与非感染患者的基线资料比较结果  
Table 1 Univariate analysis of factors influencing secondary pulmonary infection in patients with brain trauma

变量	基线资料				单因素分析		
	感染组(n=93)	非感染组(n=469)	$\chi^2/t$ 值	<i>P</i> 值	OR	95% CI	<i>P</i> 值
性别	男性	53(56.99%)	266(56.72%)	0.002	0.916		
	女性	40(43.01%)	203(43.28%)				
年龄(岁)	58.97±6.65	58.87±6.26	0.148	0.882			
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	22.75±2.66	22.77±2.49	0.074	0.941			
吸烟史	48(51.61%)	241(51.39%)	0.002	0.968			
饮酒史	45(48.39%)	228(48.61%)	0.005	0.944			
受伤原因	车祸	58(62.37%)	292(62.26%)	0.022	0.989		
	坠落	23(24.73%)	114(24.31%)				
	打击伤	12(12.90%)	63(13.43%)				
术前 APACHE II 评分(分)	21.26±2.63	20.96±2.60	1.036	0.301			
术前 GCS 评分(分)	8.87±2.28	8.80±2.38	0.233	0.816			
气管插管或切开	55(59.14%)	218(46.48%)	4.978	0.026	1.666	1.061~2.617	0.027
机械通气时间(d)	7.17±1.57	6.57±1.38	3.718	0.000	1.348	1.147~1.584	0.000
手术时间(min)	181.56±28.67	175.96±30.27	1.645	0.101			
术前 WBC( $\times 10^9$ )	16.12±3.58	15.47±3.17	1.767	0.078			
术前 CRP(mg/L)	36.45±6.47	31.89±5.17	7.432	0.000	1.167	1.115~1.221	0.000
术前 Fib(mg/dL)	3.98±1.05	3.75±1.14	1.800	0.072			
术前 NLR	2.28±0.61	1.92±0.45	6.613	0.000	4.544	2.787~7.408	0.000
术前白蛋白(g/L)	33.87±4.71	36.67±6.92	3.724	0.000	0.937	0.904~0.970	0.000

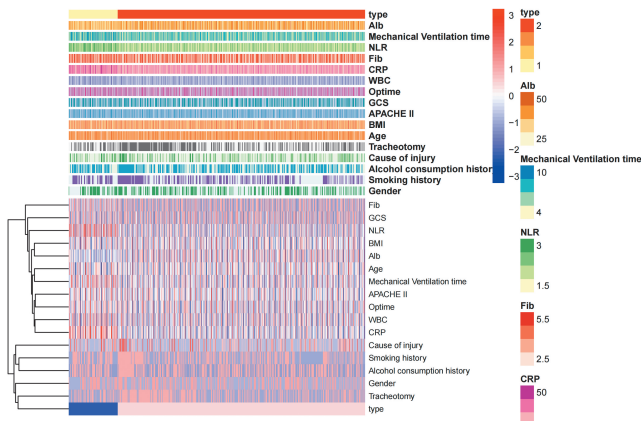
### 2 脑外伤患者继发肺部感染患者病原菌分布情况

脑外伤患者中继发肺部感染的 93 例患者,经痰培养分离出 106 株病原菌,革兰阳性菌、革兰阴性菌、真菌分别占比 30 株(28.30%)、68 株(64.15%)、8 株(7.55%)。

革兰阳性菌中金黄色葡萄球菌 13 株(12.26%)、表皮葡萄球菌 12 株(11.32%)、溶血葡萄球菌 3 株(2.83%)、肺炎链球菌 2 株(1.89%);革兰阴性菌中鲍曼不动杆菌 21 株(19.81%)、铜绿假单胞菌 19 株(17.92%)、肺炎克雷伯菌 16 株(15.09%)、大肠埃希菌 5 株(4.72%)、嗜麦芽寡养单胞菌 3 株(2.83%)、阴沟肠杆菌 2 株(1.89%)、洋葱伯克霍尔德菌 2 株(1.89%);真菌中白假丝酵母菌 3 株(2.83%)、光滑念珠菌 3 株(2.83%)、热带假丝酵母菌 2 株(1.89%)。

### 3 主要革兰阳性菌对常见抗菌药物的耐药性分析

药敏结果显示,金黄色葡萄球菌对头孢唑林的耐药性最高,为 84.62% (11/13),其次为青霉素(76.92%)、阿奇霉素(61.54%)、磺胺甲噁唑/甲氧苄啶(61.54%)、环丙沙星(61.54%)、左氧氟沙星(61.54%),对苯唑西林、利福平、克林霉素耐药率分别为 53.85% (7/13)、53.85% (7/13)、46.15% (6/13)。表皮葡萄球菌对头孢唑林的耐药性最高,为 83.33% (10/12),其次为苯唑西林(66.67%)、青霉素(66.67%)、环丙沙星(66.67%),对左氧氟沙星、利福平、克林霉素、阿奇霉素、磺胺甲噁唑/甲氧苄啶耐药率分别为 58.33% (7/12)、58.33% (7/12)、50.00% (6/12)、50.00% (6/12)、33.33% (4/12)。金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌对万古霉素未产生耐药。



注: 性别: Gender; 吸烟史: Smoking history; 饮酒史: Alcohol consumption history; 受伤原因: Cause of injury; 气管切开: Tracheotomy; 年龄: Age; 术前 APACHE II 评分: APACHE II; 术前 GCS 评分: GCS; 手术时间: Optime; 机械通气时间: Mechanical Ventilation time; 白蛋白: Alb。

图 1 脑外伤患者继发肺部感染与非感染患者临床相关性热图  
Fig. 1 Heatmap of the clinical correlation between secondary pulmonary infection in patients with brain trauma and non-infected patients

#### 4 主要革兰阴性菌对常见抗菌药物的耐药性分析

药敏结果显示, 鲍曼不动杆菌、铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯菌对氨苄西林的耐药性最高, 其次为头孢唑林钠、磺胺甲噁唑/甲氧苄啶; 鲍曼不动杆菌和亚胺培南对亚胺培南较为敏感; 铜绿假单胞菌对头孢他啶较为敏感。见表 2。

表 2 主要革兰阴性菌对常见抗菌药物的耐药性分析  
Table 2 Analysis of resistance of major Gram-negative bacteria to common antimicrobial agents

抗菌药物	鲍曼不动杆菌 (n=21)		铜绿假单胞菌 (n=19)		肺炎克雷伯菌 (n=16)	
	株数	占比(%)	株数	占比(%)	株数	占比(%)
氨苄西林	21	100.00	18	94.74	16	100.00
磺胺甲噁唑/甲氧苄啶	17	80.95	17	89.47	15	93.75
环丙沙星	8	38.10	6	31.58	9	56.25
头孢曲松	7	33.33	7	36.84	7	43.75
头孢唑林钠	18	85.71	18	94.74	13	81.25
哌拉西林/他唑巴坦	13	61.90	5	26.32	9	56.25
头孢他啶	7	33.33	4	21.05	8	50.00
庆大霉素	5	23.81	7	36.84	4	25.00
左氧氟沙星	8	38.10	6	31.58	9	56.25
头孢噻肟	7	33.33	9	47.37	7	43.75
亚胺培南	1	4.76	6	31.58	1	6.25
氨曲南	9	42.86	8	42.11	6	37.50
头孢哌酮舒巴坦钠	3	14.29	7	36.84	2	12.50
阿米卡星	8	38.10	12	63.16	3	18.75

#### 5 脑外伤患者继发肺部感染的多因素 Logistic 回归

经多因素 Logistic 回归分析显示, 术前 CRP、NLR 水平升高和白蛋白含量下降及伴有气管插管或切开是影响脑外伤患者继发肺部感染的独立危险因素 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

#### 6 脑外伤患者继发肺部感染的预测模型构建

基于多因素 Logistic 回归分析结果中的危险因素构建综合指数预测脑外伤患者继发肺部感染。经 ROC 曲线分析, 由术前 CRP、NLR、白蛋白及气管插管或切开等危险因素构建的综合指数预测脑外伤患者继发肺部感染的 AUC 值、敏感度及特异度分别为 0.834、65.60%、90.60%。见表 4 和图 2。

表 3 影响脑外伤患者继发肺部感染的多因素 Logistic 回归  
Table 3 Multivariate Logistic regression influencing secondary pulmonary infection in patients with brain trauma

变量	B	SE	Wald	P	OR	95% CI	
						下限	上限
术前 CRP	0.206	0.035	35.358	0.000	1.229	1.148	1.315
术前 NLR	1.384	0.336	16.988	0.000	3.990	2.066	7.703
机械通气时间	0.228	0.119	3.702	0.054	1.256	0.996	1.585
术前白蛋白	-0.248	0.031	64.061	0.000	0.780	0.734	0.829
气管插管或切开	0.615	0.280	4.812	0.028	1.849	1.068	3.202
常量	-4.658	1.038	20.120	0.000			

表 4 危险因素构建的综合指数预测脑外伤患者继发肺部感染的效能分析

Table 4 Analysis of the efficacy of the comprehensive index constructed by risk factors in predicting secondary pulmonary infection in patients with brain trauma

检验结果变量	AUC	标准误	P	95% CI		约登指数	敏感度	特异度
				下限	上限			
术前 CRP	0.711	0.031	0.000	0.650	0.773	0.371	51.60	85.50
术前 NLR	0.682	0.034	0.000	0.615	0.750	0.413	43.00	98.30
术前白蛋白	0.623	0.028	0.000	0.569	0.677	0.306	88.20	42.40
气管插管或切开	0.563	0.032	0.054	0.500	0.627	0.126	59.10	53.50
综合指数	0.834	0.027	0.000	0.781	0.887	0.562	65.60	90.60

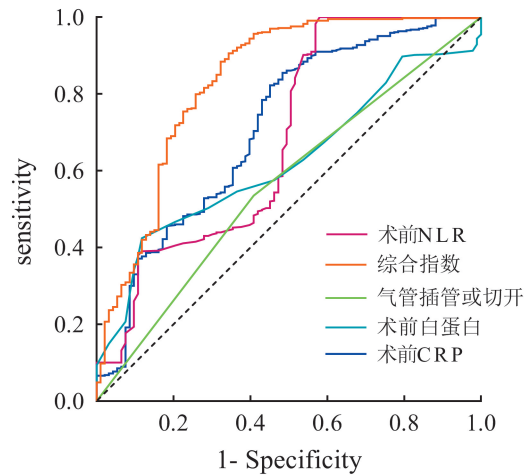


图 2 危险因素构建的综合指数预测脑外伤患者继发肺部感染的效能分析

Fig. 2 Analysis of the efficacy of the comprehensive index constructed by risk factors in predicting secondary pulmonary infection in patients with brain trauma

#### 讨论

脑外伤为临床常见危急重症, 通常是由交通事故、跌倒、打击或运动伤害等外部暴力所引起, 并因具有较高的致残率和病死率而在临床上备受关注<sup>[5-6]</sup>。针对

该病分析,发现其不仅会造成颅内血肿、脑挫裂伤、硬膜外或硬膜下血肿等病变,还会引发颅内压升高。在此情况下及时进行开颅手术治疗显得尤为重要,通过清除血肿、减轻脑组织受压及降低颅内压,改善患者预后和提高生存率<sup>[7]</sup>。但进一步研究发现,该类患者术后易继发肺部感染。据徐欣等<sup>[8]</sup>研究报道,在80例脑外伤患者中,术后肺部感染发生率约为22.50%。邓兴媚等<sup>[9]</sup>学者研究也指出,在234例颅脑外伤患者中,院内肺部感染发生率为17.95%。均略高于本研究中的脑外伤患者术后肺部感染发生率16.55%。本文针对术后继发肺部感染患者的病原菌分析,发现以革兰阴性菌感染多见,包括鲍曼不动杆菌(19.81%)、铜绿假单胞菌(17.92%)、肺炎克雷伯菌(15.09%)等,而在革兰阳性菌中则以金黄色葡萄球菌(12.26%)、表皮葡萄球菌(11.32%)等致病菌多见。与温晓辉等<sup>[10]</sup>学者研究中脑外伤肺部感染患者的病原菌分布情况并非完全一致。可能与地区、患者年龄等因素有关。

本文通过药敏试验分析,发现金黄色葡萄球菌和对表皮葡萄球菌对头孢唑林均呈现出较高的耐药性,其耐药率均>80%。提示采用头孢唑林治疗由上述球菌引起肺部感染,可能难以获得预期的抗菌疗效。因此临床医生在面对由金黄色葡萄球菌或表皮葡萄球菌引起的肺部感染时,应谨慎将头孢唑林作为初始治疗药物,可考虑采用万古霉素,即研究结果显示上述致病菌对万古霉素未产生耐药菌株。针对鲍曼不动杆菌、铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯菌等革兰阴性菌分析,这些菌株发现对氨苄西林表现出高度耐药,耐药率高达90.00%以上;同时,对头孢唑林钠、磺胺甲噁唑/甲氧苄啶也具有高的耐药率,均超过80.00%。基于该结果,本文认为在治疗由以上革兰阴性菌引起肺部感染时,应谨慎选用氨苄西林、头孢唑林钠、磺胺甲噁唑/甲氧苄啶等抗菌药物,建议采用亚胺培南、头孢他啶等抗菌药物。研究表明,鲍曼不动杆菌和亚胺培南对亚胺培南较为敏感;铜绿假单胞菌对头孢他啶较为敏感。鉴于当前严峻的耐药现状,在实施抗菌药物治疗前应先进行病原菌和药敏试验,再根据检测结果选择敏感抗生素治疗,这对降低耐药菌株产生和提高治疗效果具有积极作用。

为进一步明确影响脑外伤患者术后继发肺部感染,本研究通过比较继发感染组和非感染组的基线资料,发现2组在气管插管或切开占比、机械通气时间、CRP、NLR、白蛋白水平比较中存在统计学差异;为筛选出影响脑外伤患者术后继发肺部感染的危险因素,将上述有统计学差异的变量纳入单因素和多因素 Logistic 回归模型中分析,结果表明术前 CRP、NLR 水平升高和白蛋白含量下降及伴有气管插管或切开是

影响脑外伤患者继发肺部感染的独立危险因素。其中 CRP、NLR 为临床常见炎性指标,其水平升高可能通过影响免疫功能,降低机体对病原体的抵抗力,进而增加肺部感染发生风险<sup>[11-12]</sup>。白蛋白为运输营养物质重要蛋白质,其含量降低可能与营养不良、应激反应等因素有关,在其作用下可通过引起免疫功能下降而增加感染风险<sup>[13-14]</sup>;另外,白蛋白水平的下降也可能会加剧炎症反应,促进肺部感染发生<sup>[15]</sup>。气管插管或切开为临床维持呼吸道通畅的重要手段,但同时也属于有创操作,可破坏呼吸道防御屏障<sup>[16]</sup>;此外,气管插管后,气道可能丧失加温、湿化和过滤等功能,使得分泌物粘稠而增加肺部感染风险<sup>[17-18]</sup>。临床对于该类患者应提高警惕,即在操作过程中严格遵循无菌原则,并定期为患者进行气道湿化、吸痰及进行口腔护理等。基于上述危险因素,本研究构建综合指数,由术前 CRP、NLR、白蛋白及气管插管或切开等危险因素构建的综合指数预测脑外伤患者继发肺部感染的 AUC 值、敏感度及特异度分别为 0.834、65.60%、90.60%。从该结果得出以上危险因素对预测肺部感染的发生具有一定效能。

综上所述,脑外伤患者术后继发肺部感染多以鲍曼不动杆菌、铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯菌、金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌多见;并对头孢唑林、青霉素、氨苄西林等抗菌药具有较高的耐药性。

#### 【参考文献】

- [1] 王黄锁,周杰,唐霍全,等. 脑外伤患者肺部感染病原菌耐药性与 sTREM-1、CRPALB、TFPI-1、PA、D-D 水平及其预测价值[J]. 中华医院感染学杂志,2025,35(3):384-389.
- [2] 张智,张青青,温艳娜,等. 食管癌根治术后并发肺部感染病人病原菌分布及血清人  $\beta$ -防御素-3、FMS 样酪氨酸激酶 3 配体水平变化[J]. 临床外科杂志,2025,33(6):602-606.
- [3] 梅海峰,梁宗敏,邵慧宇,等. 改良虚弱指数对老年脑外伤术后发生肺部感染及预后的评估价值[J]. 安徽医药,2022,26(7):1425-1428.
- [4] 中华医学会呼吸病学分会感染学组. 中国成人医院获得性肺炎与呼吸机相关性肺炎诊断和治疗指南(2018年版)[J]. 中华结核和呼吸杂志,2018,41(4):255-280.
- [5] Sun Y, Zhang K, Delos Santos M, et al. An optimized cyclophosphamide-treated mouse model of *Mycobacterium abscessus* pulmonary infection [J]. Antimicrob Agents Chemother,2024 Aug 7;68(8):152023.
- [6] 顾萍,洪花,熊付静,等. 慢性肾脏病患者血液透析期间肺部感染病原菌及危险因素[J]. 中华医院感染学杂志,2024,34(15):2278-2281.
- [7] 种旭方,吕向妮. 冠状动脉旁路移植术后肺部感染病原菌分布和耐药性及相关影响因素研究[J]. 中国心血管病研究,2025,23(3):241-246.

(下转 175 页)

- [2] Cusimano FA, Damas OM. Diet as a treatment for inflammatory bowel disease: Is it ready for prime time? [J]. *Curr Opin Gastroenterol*, 2022, 38(4): 358-372.
- [3] Christensen C, Knudsen A, Arnesen EK, et al. Diet, Food, and nutritional exposures and inflammatory bowel disease or progression of disease: An umbrella review [J]. *Adv Nutr*, 2024, 15(5): 100219.
- [4] Jiang Y, Jarr K, Layton C, et al. Therapeutic implications of diet in inflammatory bowel disease and related immune-mediated inflammatory diseases [J]. *Nutrients*, 2021, 13(3): 890.
- [5] 薛宁, 魏绪霞. 定制饮食与炎症性肠病研究进展 [J]. *肠外与肠内营养*, 2022, 29(6): 375-379.
- [6] 中华医学会儿科学分会消化学组, 中华医学会儿科学分会临床营养学组. 儿童炎症性肠病诊断和治疗专家共识 [J]. *中华儿科杂志*, 2019, 57(7): 501-507.
- [7] Timon E Adolph, Jingwan Zhang. Diet fuelling inflammatory bowel diseases: Preclinical and clinical concepts [J]. *Gut*, 2022, 71(12): 2574-2586.
- [8] Mentella MC, Scaldaferrri F, Pizzoferrato M, et al. Nutrition, ibd and gut microbiota: A review [J]. *Nutrients*, 2020, 12(4): 944.
- [9] Qiu P, Ishimoto T, Fu L, et al. The Gut microbiota in inflammatory bowel disease [J]. *Front Cell Infect Microbiol*, 2022, 22(12): 733992.
- [10] Alexander M, Ang QY, Nayak RR, et al. Human gut bacterial metabolism drives Th17 activation and colitis [J]. *Cell Host Microbe*, 2022, 30(1): 17-30. e9.
- [11] Hu Y, Chen Z, Xu C, et al. Disturbances of the gut microbiota and microbiota-derived metabolites in inflammatory bowel disease [J]. *Nutrients*, 2022, 14(23): 5140.
- [12] Li HY, Liu TM. Platelet indices and inflammatory bowel disease: A mendelian randomization study [J]. *Front Immunol*, 2024, 15: 1377915.
- [13] Murray J, Kok KB, Ayling RM. Fecal calprotectin in gastrointestinal disease [J]. *Clin Chem*, 2023, 69(7): 699-710.
- [14] 常书振, 耿献辉, 王智峰, 等. 英夫利西单抗对炎症性肠病患者肠道菌群分布及血清 IL-6、IL-17、TNF- $\alpha$  水平的影响 [J]. *胃肠病学和肝病学杂志*, 2021, 30(1): 78-82.
- [15] Wen Y, Wang H, Tian D, et al. TH17 cell: a double-edged sword in the development of inflammatory bowel disease [J]. *Therap Adv Gastroenterol*, 2024, 17: 17562848241230896.
- [16] Haneishi Y, Furuya Y, Hasegawa M, et al. Inflammatory bowel diseases and gut microbiota [J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(4): 3817.
- [17] Pittayanon R, Lau JT, Leontiadis GI, et al. Differences in gut microbiota in patients with vs without inflammatory bowel diseases: A systematic review [J]. *Gastroenterology*, 2020, 158(4): 930-946. e1.
- [18] Suskind DL, Cohen SA, Brittnacher MJ, et al. Clinical and fecal microbial changes with diet therapy in active inflammatory bowel disease [J]. *J Clin Gastroenterol*, 2018, 52(2): 155-163.
- [19] Zhuang X, Tian Z, Feng R, et al. Fecal microbiota alterations associated with clinical and endoscopic response to infliximab therapy in crohn's disease [J]. *Inflamm Bowel Dis*, 2020, 26(11): 1636-1647.
- [20] Yanna Ko, Sara Alaedin, Dewni Fernando, et al. A review of fecal microbiota transplantation in children-exploring its role in the treatment of inflammatory bowel diseases [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2024, 60(11): 1899.
- [21] Zhuang X, Liu C, Zhan S, Tian Z, et al. Gut microbiota profile in pediatric patients with inflammatory bowel disease: A systematic review [J]. *Front Pediatr*, 2021, 9: 626232.
- [22] Xue AJ, Miao SJ, Sun H, et al. Intestinal dysbiosis in pediatric Crohn's disease patients with IL10RA mutations [J]. *World J Gastroenterol*, 2020, 26: 3098-3109.
- [23] Fitzgerald RS, Sanderson IR, Claesson MJ. Paediatric inflammatory bowel disease and its relationship with the microbiome [J]. *Microb Ecol*, 2021, 82(4): 833-844.
- [24] 吕振选, 吕朝凤, 田国防, 等. 基于多肿瘤标志物表达的肝癌患者肠道微生物组特征分析 [J]. *中国病原生物学杂志*, 2025, 20(4): 421-433.
- [25] Rangarajan AA, Chia HE, Azaldegui CA, et al. *Ruminococcus bromii* enables the growth of proximal *Bacteroides thetaiotaomicron* by releasing glucose during starch degradation [J]. *Microbiology (Reading)*, 2022, 168(4).
- [26] Crost EH, Coletto E, Bell A, et al. *Ruminococcus gnavus*: friend or foe for human health [J]. *FEMS Microbiol Rev*, 2023, 47(2): fuad014.

【收稿日期】 2025-08-29 【修回日期】 2025-11-17

(上接 168 页)

- [8] 徐欣, 张永明. 血清前白蛋白联合降钙素原、C 反应蛋白对颅脑外伤术后并发肺部感染的诊断价值 [J]. *中国医药导报*, 2024, 21(2): 100-103.
- [9] 邓兴媚, 何庆华, 包倩. ICU 老年重型颅脑外伤患者院内肺部感染发生率及其影响因素分析 [J]. *现代医学*, 2020, 48(6): 751-754.
- [10] 温晓辉, 秦丹丹, 夏洪韬. 四川遂宁地区脑外伤重症肺部感染患者的病原学特征及耐药性分析 [J]. *公共卫生与预防医学*, 2022, 33(3): 130-133.
- [11] 孙秀凤, 高锐. 重症哮喘合并肺部感染患者的病原菌分布及危险因素分析 [J]. *中国医师杂志*, 2025, 27(1): 132-135.
- [12] Xu J, Wang Y, Zhang Y, et al. A case of adult-onset X-linked lymphoproliferative disease mimicking pulmonary infection [J]. *BMC Infect Dis*. 2024, 24(1): 1399.
- [13] 王升, 杨金兰, 刘如品, 等. 颅脑损伤患者继发肺部感染病原菌及其危险因素 [J]. *中华医院感染学杂志*, 2024, 34(3): 376-380.
- [14] 李盼盼, 王佳, 王鹏飞, 等. 慢性心力衰竭合并肺部感染患者病原菌分布及各血清指标变化与心功能的关系 [J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2025, 27(6): 747-751.
- [15] Huo C, Li Y, Tang Y, et al. Vital role of PINK1/Parkin-mediated mitophagy of pulmonary epithelial cells in severe pneumonia induced by IAV and secondary *Staphylococcus aureus* infection [J]. *Int J Mol Sci*, 2025 Apr 27; 26(9): 4162.
- [16] 李秀娟, 陈可. 老年帕金森患者合并肺部感染病原菌分布特点及炎性因子水平变化 [J]. *中国病原生物学杂志*, 2025, 20(1): 105-109.
- [17] 王文强, 郗国花, 胡地侠, 等. 慢性阻塞性肺疾病合并肺部感染的病原菌分布及耐药性研究 [J]. *河北医药*, 2024, 46(21): 3337-3339, 3345.
- [18] 郑钧麒, 刘相燕. 肺癌化疗后肺部感染病原菌的分布及血清细胞角蛋白 19 片段抗原、高迁移率族蛋白 B1 及可溶性血红蛋白清道夫受体的诊断价值 [J]. *实用临床医药杂志*, 2024, 28(14): 7-11.

【收稿日期】 2025-07-20 【修回日期】 2025-10-09