

肺挫伤患者继发肺部感染的危险因素分析及预防性头孢呋辛钠治疗的临床价值研究

许耿瑞¹, 王小康¹, 王波林², 马红艳^{1*}

1. 深圳市龙华区中心医院药学部, 广东 深圳 518110

2. 深圳市龙华区中心医院胸外科, 广东 深圳 518110

DOI:10.61369/MRP.2025070033

摘要: 目的: 探讨肺挫伤患者继发肺部感染的危险因素及预防性抗生素治疗的临床价值。方法: 选取我院2016年~2021年期间收治的肺挫伤患者324例, 通过单因素及多因素 Logistic 回归分析继发肺部感染的独立危险因素, 建立 ROC 曲线预测模型; 纳入2023年~2024年收治的肺挫伤患者60例, 设计前瞻性对照试验, 采用随机数表法分为试验组(常规治疗+头孢呋辛钠 1.5g IV q12h, n=30)和对照组(仅常规治疗, n=30)比较主要结局指标(肺部感染发生率)和次要结局指标(住院时间、感染控制时间、严重并发症发生率)。结果: Logistic多因素回归分析显示, 年龄 ≥ 60 岁、重型肺挫伤、肥胖、格拉斯昏迷量表(GCS)评分提示重度昏迷、有创机械通气、肾上腺皮质激素治疗、手术治疗是影响肺挫伤患者继发肺部感染的危险因素($P < 0.05$), 受伤时间 < 24 h、APACHE II评分 < 20 分、接受过抗生素治疗(包含预防性和治疗性)是保护性因素($P < 0.05$); 根据 Logistic多因素回归分析建立 ROC曲线, 敏感性为88.74%, 特异性为79.62%, 最佳临界值 0.620, 曲线下面积为0.890 (95%CI: 0.843~0.938); 试验组肺部感染发生率低于对照组(13.33% vs 46.67%, $P=0.005$); 试验组住院时间低于对照组[(10.21 \pm 2.34) d vs (12.39 \pm 2.45) d, $P=0.001$]; 但两组继发肺部感染患者感染控制时间[(4.36 \pm 1.12) d vs (5.72 \pm 1.39) d, $P=0.093$]和严重并发症发生率(10.00%vs30.00%, $P=0.053$)不存在统计学差异。结论: 年龄 ≥ 60 岁、重型肺挫伤、肥胖、重度昏迷、有创机械通气、肾上腺皮质激素治疗及手术治疗是独立危险因素, 而受伤时间 < 24 h、APACHE II评分 < 20 分及接受抗生素治疗是保护性因素。基于此建立的预测模型具有良好的判别效能。前瞻性研究证实, 预防性头孢呋辛钠治疗可显著降低肺挫伤患者肺部感染发生率并缩短住院时间, 但未显著改善感染控制时间或降低严重并发症发生率。

关键词: 肺挫伤; 继发肺部感染; 危险因素; 头孢呋辛钠

Analysis of Risk Factors for Secondary Pulmonary Infection in Patients with Pulmonary Contusion and Study on the Clinical Value of Prophylactic Cefuroxime Sodium Treatment

Xu Gengrui¹, Wang Xiaokang¹, Wang Bolin², Ma Hongyan^{1*}

1. Department of Pharmacy, Longhua District Central Hospital, Shenzhen, Guangdong 518110

2. Thoracic Surgery Department, Longhua District Central Hospital, Shenzhen, Guangdong 518110

Abstract: Objective: To investigate the risk factors for secondary pulmonary infections in patients with pulmonary contusion and the clinical value of prophylactic antibiotic therapy. Methods: A total of 324 pulmonary contusion patients admitted to our hospital between 2016 and 2021 were selected. Independent risk factors for secondary pulmonary infections were identified through univariate and multivariate logistic regression analysis, and a ROC curve prediction model was established. Additionally, 60 pulmonary contusion patients admitted between 2023 and 2024 were enrolled in a prospective controlled trial. Using a randomization table method, the patients were divided into an experimental group (conventional treatment + Cefuroxime Sodium 1.5g IV every 12 hours, n=30) and a control group (conventional treatment only, n=30). The primary outcome (incidence of pulmonary infection) and secondary outcomes (hospitalization duration, infection control time, incidence of severe complications) were compared. Results: Logistic multivariate regression analysis demonstrated that age ≥ 60 years, severe pulmonary contusion, obesity, GCS score indicating severe coma, invasive mechanical ventilation, corticosteroid therapy, and surgical intervention were risk factors for secondary lung infections in

项目信息: 深圳市龙华区医疗卫生机构区级科研项目(2022056)。

作者简介: 许耿瑞(1984.04-), 男, 广东湛江人, 主管药师, 大学本科, 研究方向: 临床药学。

通讯作者: 马红艳。

patients with pulmonary contusion ($P < 0.05$). Protective factors included injury time < 24 hours, APACHE II score < 20 points, and antibiotic treatment (including prophylactic and therapeutic) ($P < 0.05$). The ROC curve established by logistic multivariate regression analysis showed a sensitivity of 88.74%, specificity of 79.62%, optimal cutoff value of 0.620, and area under the curve (AUC) of 0.890 (95% CI: 0.843–0.938). The experimental group had a lower incidence of pulmonary infection (13.33% vs 46.67%, $P = 0.005$) and shorter hospital stay (10.21 ± 2.34 days vs 12.39 ± 2.45 days, $P = 0.001$). However, no statistically significant differences were observed between groups in secondary pulmonary infection control duration (4.36 ± 1.12 days vs 5.72 ± 1.39 days, $P = 0.093$) or severe complication rates (10.00% vs 30.00%, $P = 0.053$). Conclusion: Independent risk factors include age ≥ 60 years, severe pulmonary contusion, obesity, severe coma, invasive mechanical ventilation, corticosteroid therapy, and surgical intervention. Protective factors encompass injury duration < 24 hours, APACHE II score < 20 , and antibiotic treatment. The established predictive model demonstrates excellent discriminative efficacy. A prospective study confirmed that prophylactic cefuroxime sodium therapy significantly reduces pulmonary infection rates and shortens hospital stays in patients with pulmonary contusions, though it showed no marked improvement in infection control duration or reduction of severe complications.

Keywords : pulmonary contusion; secondary lung infection; risk factors; cefuroxime sodium

肺挫伤是严重胸部钝器伤中常见的肺实质损伤，约35%的患者会并发肺挫伤，其中交通事故是主要诱因^[1-2]。肺挫伤可触发级联炎症反应，中性粒细胞等炎症细胞向损伤部位趋化迁移，并释放大炎症性递质，增加继发感染性肺炎风险，发生率超40%^[3-4]。肺部感染可显著增加急性呼吸窘迫综合征(ARDS)、多器官功能障碍综合征(MODS)等并发症的发生率，威胁患者生命^[5]。临床针对肺挫伤的常规治疗以维持呼吸循环稳定为核心^[6]。但对是否常规使用预防性抗生素降低感染风险尚无共识，高质量证据有限。本研究旨在分析肺挫伤患者继发肺部感染的危险因素，通过随机对照试验明确预防性头孢呋辛钠的临床价值，为临床用药提供依据。

一、资料与方法

(一) 一般资料

回顾性分析我院2016年~2021年期间收治的肺挫伤患者324例，根据是否继发肺部感染分为继发肺部感染组($n = 216$)和未继发肺部感染组($n = 108$)。排除标准：合并胸部开放性损伤者；发病前存在肺部感染性疾病者；既往存在慢性肺部疾病、糖尿病、严重贫血等；合并免疫缺陷性疾病或长期使用免疫抑制剂者；临床资料不完整者(未明确发生感染、关键暴露因素如机械通气、激素使用等记录缺失)。并纳入2023年~2024年收治的肺挫伤患者60例，采用计算机生成的随机数字序列，由不参与患者临床管理和结局评估的独立第三方临床人员保管，使用密封、不透光、按序编号的信封进行分配隐藏，将患者随机分为试验组(常规治疗+头孢呋辛钠1.5g IV q12h, $n = 30$)和对照组(常规治疗, $n = 30$)。前瞻性研究采用了与回顾性研究相似的纳入/排除标准，并额外增加了严重心血管、消化、神经系统疾病者；患者快速死亡或自行离开医院、拒绝及病情不允许接受相关检查者；合并多发伤、大量气胸、大量血胸者的排除标准。由于干预措施(抗生素使用)的性质，本研究未对患者和负责给予治疗(包括抗生素)的医护人员设盲。然而，负责诊断肺部感染、判定感染控制

时间、记录并发症及分析数据的研究人员对分组情况设盲。

(二) 方法

基于电子病历系统收集324例患者一般资料、临床检查情况、实验室检查、治疗情况等。

试验组和对照组患者入院后均给予积极的综合支持治疗，包括密切监护生命体征、吸氧、疼痛控制、早期活动和胸部理疗等支持方法，维持体液平衡。呼吸困难者进行无创或有创呼吸支持，处理原发伤等。对于继发肺部感染的患者行细菌培养和药敏试验后进行针对性抗感染治疗。试验组患者在入院后尽早(≤ 8 h)给予预防性抗生素治疗，采用头孢呋辛钠[广州白云山天心制药股份有限公司，国药准字H20000015]治疗，1.5g/次，2次/d，静脉滴注。预防性用药疗程为3~5d，或直至患者脱离继发肺部感染的高危状态[机械通气撤机后24小时或格拉斯昏迷量表(Glasgow Coma Scale, GCS)评分 ≥ 12 分]，以较短者为准。选择头孢呋辛钠作为预防用药主要基于其覆盖常见社区获得性和医院获得性呼吸道病原体(如肺炎链球菌、流感嗜血杆菌、部分肠杆菌科细菌)的抗菌谱，以及在本院药敏谱中的良好活性。

(三) 观察指标

(1) 两组患者肺部感染发生率，诊断标准参考《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)》^[7],需同时满足患者表现出脓性呼吸道分泌物、发热、肺部啰音或实变体征等临床体征及一项微生物学或影像学标准;(2)两组继发肺部感染患者感染控制时间;(3)两组患者住院时间;(4)两组患者严重并发症发生率,严重并发症定义为:①发生急性呼吸窘迫综合征(依据《中国成人急性呼吸窘迫综合征诊断与非机械通气治疗指南(2023)》^[8]);②发生多器官功能障碍综合征(序贯器官衰竭评分SOFA≥2个器官≥2分或总评分较基线增加≥2分);③发生脓毒症休克(Sepsis-3.0定义);④全因死亡。

(四) 统计学方法

采用SPSS25.0分析。计数资料以n(%)表示,用χ²检验(理论频数<5时用Fisher精确检验);计量资料先经Shapiro-Wilk法行正态性检验,正态分布以(均值±标准差)表示,组间用独立样本t检验;非正态分布以[M(P25,P75)]表示,组间用Mann-Whitney U检验。危险因素分析用单因素及多因素Logistic回归;预测模型判别效能用ROC曲线评估(计算AUC、敏感度、特异度及95%CI)。前瞻性研究中,主要及次要结局比较分别采用相应检验。P<0.05为差异有统计学意义。

二、 结果

(一) 影响肺挫伤患者继发肺部感染单因素分析

单因素分析结果提示,年龄、体质量指数、受伤类型、受伤时间、GCS评分、APACHE II评分、肾上腺皮质激素、手术治疗以及抗生素均会对肺挫伤患者继发肺部感染(P<0.05)。见表1。

表1 影响肺挫伤患者继发肺部感染单因素分析 [n(%)]

影响因素	继发肺部感染组 (n=216)	未继发肺部感染组 (n=108)	统计值	P
性别(例)			1.440	0.230
男	169 (78.24)	78 (72.22)		
女	47 (21.76)	30 (27.78)		
年龄(例)			7.207	0.007
<60岁	125 (57.87)	79 (73.15)		
≥60岁	91 (42.13)	29 (26.85)		
体质量指数(例)			41.414	<0.001
<18.5kg/m ²	29 (13.43)	14 (12.96)		
18.5~25.0kg/m ²	99 (45.83)	86 (79.63)		
>25.0kg/m ²	88 (40.74)	8(7.41)		
受伤类型(例)			32.011	<0.001

轻型	82 (38.06)	77 (71.30)		
重型	134 (61.09)	31 (28.70)		
受伤时间(例)			38.703	<0.001
<24h	89 (41.20)	84 (77.78)		
≥24h	127 (58.80)	24 (22.22)		
GCS评分(例)			32.072	<0.001
轻度昏迷	44 (20.37)	52 (48.15)		
中度昏迷	96 (44.44)	42 (38.89)		
重度昏迷	76 (35.19)	14 (12.96)		
APACHE II评分(例)			23.225	<0.001
<20分	99 (45.83)	80 (74.07)		
≥20分	117 (54.17)	28 (25.93)		
机械通气(例)			54.237	<0.001
有创	131 (60.65)	22 (20.37)		
无创	85 (39.35)	86 (79.63)		
补液治疗(例)			0.227	0.634
有	126 (58.33)	60 (55.56)		
无	90 (41.67)	48 (44.44)		
肾上腺皮质激素(例)			25.285	<0.001
有	130 (60.19)	33 (30.56)		
无	86 (39.81)	75 (69.44)		
手术治疗(例)			55.151	<0.001
有	128 (59.26)	17 (15.74)		
无	88 (40.74)	91 (84.26)		
抗生素治疗(例)			9.081	0.003
有	110 (50.93)	74 (68.52)		
无	106 (49.07)	34 (31.48)		

注: GCS(轻度:13-15分;中度:9-12分;重度:3-8分);APACHE II评分以20分为界值(<20分为轻度,≥20

分为中度)。受伤类型定义依据肺挫伤 CT 评分系统:累及肺叶数 ≤ 2 叶且挫伤面积占单肺叶面积 $< 0\%$ 定义为轻型,累及肺叶数 > 2 叶或任一肺叶挫伤面积 $\geq 30\%$ 定义为重型

(二) 影响肺挫伤患者继发肺部感染多因素分析

以是否继发肺部感染为因变量,单因素分析中有统计学差异的因素为自变量,Logistic 多因素回归分析显示,年龄 ≥ 60 岁、重型肺挫伤、肥胖、GCS 评分提示重度昏迷、有创机械通气、肾上腺皮质激素治疗、手术治疗是影响影响肺挫伤患者继发肺部感染的危险因素 ($P < 0.05$),受伤时间 $< 24\text{h}$ 、APACHE II 评分 < 20 分、使用抗生素治疗是保护性因素 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 影响肺挫伤患者继发肺部感染多因素分析

影响因素	β	SE	Wald	P	OR	95%CI
≥ 60 岁	0.685	0.257	7.089	0.008	1.983	1.198~3.283
肥胖	2.151	0.393	30.017	< 0.001	8.594	3.981~18.552
重型肺挫伤	1.744	0.271	41.501	< 0.001	5.720	3.365~9.721
受伤时间 $< 24\text{h}$	-1.609	0.269	35.744	< 0.001	0.200	0.118~0.339
GCS 评分	1.293	0.320	16.343	< 0.001	3.645	1.947~6.824
APACHE II 评分	-1.217	0.259	22.012	< 0.001	0.296	0.178~0.492
机械通气	1.906	0.274	48.261	< 0.001	6.725	3.928~11.514
肾上腺皮质激素	1.234	0.251	24.189	< 0.001	3.436	2.101~5.619
手术治疗	2.052	0.298	47.333	< 0.001	7.786	4.339~13.971
抗生素	-0.805	0.216	13.960	< 0.001	0.447	0.293~0.682

(三) 预测模型

根据 Logistic 多因素回归分析建立 ROC 曲线,敏感性为 88.74%,特异性为 79.62%,最佳临界值 0.620,曲线下面积为 0.890 (95%CI: 0.843~0.938)。见图 1。

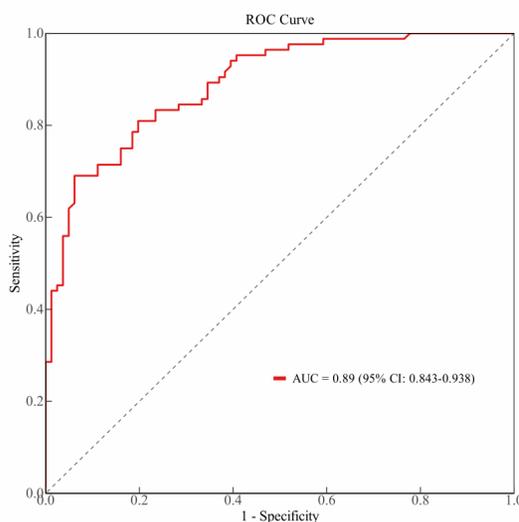


图 1 预测模型

(四) 预防性抗生素治疗临床应用价值

两组患者基线资料不具备统计学差异,见表 3。试验组肺部感染发生率低于对照组 ($P < 0.05$),试验组住院时间低于对照组 ($P < 0.05$);但两组继发肺部感染患者感染控制时间、严重并发症发生率不存在统计学差异 ($P > 0.05$)。见表 5。

表 3 两组患者基线资料对比

基线资料	试验组 (n=30)	对照组 (n=30)	统计值	P
年龄 (岁)	52 (42-63)	55 (45-65)	Z=0.721	0.471
性别 (男/女, 例)	22/8	24/6	$\chi^2=0.373$	0.541
GCS 评分 (分)	9.79 \pm 1.04	9.56 \pm 1.13	t=0.820	0.415
APACHE II 评分 (≥ 20 , 例)	7 (23.33)	6 (20.00)	$\chi^2=0.098$	0.754
重型肺挫伤 (例)	6 (20.00)	5 (16.67)	$\chi^2=0.111$	0.739
有创机械通气 (例)	6 (20.00)	6 (20.00)	$\chi^2=0.104$	0.747
手术治疗 (例)	1 (3.33)	2 (6.67)	-	Fisher 精确检验 P>0.999
肾上腺皮质激素使用 (例)	2 (6.67)	1 (3.33)	-	Fisher 精确检验 P>0.999

表 4 预防性抗生素治疗临床应用价值

组别	例数	肺部感染发生率	继发肺部感染患者感染控制时间	住院时间	严重并发症发生率
试验组	30	4 (13.33)	4.36 \pm 1.12	10.21 \pm 2.34	3 (10.00)
对照组	30	14 (46.67)	5.72 \pm 1.39	12.39 \pm 2.45	9 (30.00)
统计值		$\chi^2=7.934$	t=1.786	t=3.524	$\chi^2=3.750$
P		0.005	0.093	0.001	0.053

三、讨论

国外研究显示,肺挫伤患者继发肺炎风险增加 7 倍,发生率达 33%^[9]。且继发感染可能诱发全身炎症反应失控、增加 MODS 风险,影响预后^[10]。本研究通过回顾性分析明确危险因素,前瞻性试验探索预防性抗生素的价值,以改善患者预后。

本研究发现肥胖是独立危险因素。因肥胖人群处于慢性微炎症状态,影响其免疫系统;此外肥胖患者肺部感染时易损伤呼吸道上皮、增加分泌物,加剧病情^[11]。有创机械通气破坏上呼吸道屏障,增加细菌定植风险;重度昏迷患者吞咽反射弱、排痰难,且需侵入性操作,同时患者常伴随营养不良,感染风险升高^[12]。肾上腺皮质激素抑制免疫、破坏局部微环境,手术的有创操作也会增加感染风险。老年患者免疫功能衰退,感染易感性高;重型肺挫伤损伤重,感染风险高。

受伤时间 $< 24\text{h}$ 为保护因素,可能因早期干预及时有助于稳定患者病情改善预后;APACHE II 评分 < 20 分提示病情较轻,感染风险低;抗生素治疗可降低感染风险,与本研究前瞻性结果一致。头孢类广谱覆盖常见呼吸道病原体,在肺组织中浓度高、分布快,能有效减少感染^[13]。本研究中,预防性使用 3~5d 可降低感染率、缩短住院时间,利于优化医疗资源、减少并发症。但感染控制时间及严重并发症无差异,可能因感染亚组样本量小

(18例),或预防用药虽减少感染,但无法完全阻断炎症风暴等并发症驱动因素。但本次研究仍存在以下不足:①单中心回顾性研究受病历完整性限制,混杂因素难控;②前瞻性样本量小,抗生素方案单一,未监测耐药菌株。

综上,年龄 ≥ 60 岁、重型肺挫伤等为肺挫伤继发肺部感染的

独立危险因素,受伤时间 $< 24\text{h}$ 等为保护因素,预测模型效能良好。预防性头孢呋辛钠可降低感染率、缩短住院时间,建议对高危患者个体化评估后早期应用,用药前采集标本培养,72h后评估是否停药。

参考文献

- [1] 闻伟敬,任珍,冯贵龙,等.钝性胸部外伤所致肋骨骨折患者临床特点分析[J].中国药物与临床,2020,20(5):728-730.
- [2] 王秋兰,姚猛飞,陈检明,等.不同年龄段胸部创伤致伤原因及特征分析[J].创伤外科杂志,2023,25(12):929-933.
- [3] Sabri D, Ahmet E, Dere Y G, et al. Contribution of Bone Marrow - Derived Mesenchymal Stem Cells to Healing of Pulmonary Contusion - Created Rats [J]. Journal of Surgical Research, 2021, 261: 205-214.
- [4] 丁珏婧,张晓娇,林倩.RDW联合TTS评分对肺挫伤致ARDS的预测价值研究[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2024,19(5):624-627.
- [5] Li Y, Dai Y, Duan X, et al. Application of automated bronchial 3D-CT measurement in pulmonary contusion complicated with acute respiratory distress syndrome [J]. Journal of X-Ray Science and Technology, 2019, 27(4): 641-654.
- [6] 丁兴东,王奎倩,石秀全,等.肺挫伤的诊疗进展(综述)[J].安徽医学,2022,21(1):40-41,44.
- [7] 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.
- [8] 中国研究型医院学会危重医学专委会,宁波诺丁汉大学GRADF中心.中国成人急性呼吸窘迫综合征诊断与非机械通气治疗指南(2023)[J].中国研究型医院,2023,10(5):9-24.
- [9] Marco CA, Sorensen D, Hardman C, et al. Risk factors for pneumonia following rib fractures [J]. Am J Emerg Med. 2020, 38(3): 610-612.
- [10] Beshay M, Mertzluft F, Kottkamp HW, et al. Analysis of risk factors in thoracic trauma patients with a comparison of a modern trauma centre: a mono-centre study. [J]. World J Emerg Surg. 2020, 15(1): 45.
- [11] Huizinga GP, Singer BH, Singer K. The Collision of Meta-Inflammation and SARS-CoV-2 Pandemic Infection. [J]. Endocrinology. 2020, 161(11): bqaa154.
- [12] 李舒鑫,史素玲,陈媛,等.非急性期脑卒中气管切开患者肺部感染现状及影响因素[J].护理学杂志,2023,38(8):30-32,43.
- [13] 王敏,侯丽然,高金波.头孢呋辛钠在小鼠体内的药代动力学及组织分布研究[J].黑龙江医药科学,2010,33(4):5-6.