



[DOI]10.3969/j.issn.1001-9057.2026.02.007

<http://www.lcnkz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2026.02.007>

· 论著 ·

肝硬化患者并发肺部感染的危险因素和预测模型的构建

郝大昂 宋双 阮佳佳 宋文东

[摘要] **目的** 探讨肝硬化患者并发肺部感染的临床特征和危险因素,构建预测模型,为降低肝硬化并发肺部感染的风险提供参考。**方法** 回顾性选取我院 2023 年 9 月~2024 年 12 月收治的 303 例肝硬化患者,根据是否合并肺部感染将其分为肺部感染组(118 例)和对照组(185 例)。比较两组患者的一般临床资料和实验室检查指标。采用多因素 logistic 回归分析评估肝硬化患者发生肺部感染的独立危险因素,并建立预测模型。采用受试者工作特征(ROC)曲线和 Hosmer-Lemeshow 检验评估模型预测价值和拟合优度。**结果** 303 例肝硬化患者中 118 例发生肺部感染,肺部感染率为 38.94%。肺部感染组年龄 ≥ 60 岁、Child-Pugh 分级 C 级、肝性脑病、白蛋白 < 28 g/L、上消化道出血、住院时间 ≥ 2 周、侵入性检查患者比例及 TBil、CRP 水平均显著高于对照组,Hb 及 PLT 计数均显著低于对照组($P < 0.05$)。多因素 logistic 回归分析结果显示,年龄 ≥ 60 岁、白蛋白 < 28 g/L、肝功能 Child-Pugh 分级 C 级、住院时间 ≥ 2 周均是肝硬化患者发生肺部感染的独立危险因素($P < 0.05$)。根据影响因素建立预测模型, $\text{logit}(P) = -2.353 + 1.172 \times \text{年龄} \geq 60 \text{岁} + 1.692 \times \text{白蛋白} < 28 \text{g/L} + 2.627 \times \text{Child-Pugh 分级 C 级} + 1.288 \times \text{住院时间} \geq 2 \text{周}$ 。ROC 曲线分析结果显示,曲线下面积(AUC)为 0.856(95% CI 0.810 ~ 0.902)。Hosmer-Lemeshow 检验结果为 $\chi^2 = 5.794, P = 0.447$ 。**结论** 肝硬化患者发生肺部感染的风险较高,高龄、白蛋白 < 28 g/L、住院时间 ≥ 2 周、Child-Pugh 分级 C 级是肝硬化并发肺部感染的独立危险因素,根据危险因素建立的预测模型对肺部感染的预测效能较好。

[关键词] 肝硬化; 肺部感染; 危险因素; 预测模型**[中图分类号]** R575.2 **[文献标识码]** A

Risk factors and prediction model construction of patients with liver cirrhosis complicated by pulmonary infection Hao Da'ang, Song Shuang, Ruan Jijia, Song Wendong. Department of Infectious Disease, Xuzhou First People's Hospital, Xuzhou 221002, China

[Abstract] **Objective** To investigate the clinical characteristics and risk factors of pulmonary infection in patients with cirrhosis, and to establish a prediction model for reducing the risk of pulmonary infection in patients with cirrhosis. **Methods** A total of 303 patients with liver cirrhosis admitted to our hospital from September 2023 to December 2024 were retrospectively selected. According to whether they were complicated with pulmonary infection, they were divided into pulmonary infection group (118 cases) and control group (185 cases). The general clinical data and laboratory examination indexes of the two groups were compared. Multivariate logistic regression analysis was used to evaluate the independent risk factors of pulmonary infection in patients with liver cirrhosis, and a prediction model was established. Receiver operating characteristic (ROC) curve and Hosmer-Lemeshow test were used to evaluate the predictive value and goodness of fit of the model. **Results** Among 303 patients with liver cirrhosis, 118 patients had pulmonary infection, and the pulmonary infection rate was 38.94%. Compared with control group, pulmonary infection group had significantly higher proportions of patients with age ≥ 60 years, Child-Pugh grade C, hepatic encephalopathy, albumin < 28 g/L, upper gastrointestinal bleeding, hospitalization time ≥ 2 weeks, invasive examination, and levels of TBil and CRP, and significantly lower Hb and PLT counts ($P < 0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that age ≥ 60 years, albumin < 28 g/L, liver function Child-Pugh grade C, and hospitalization time ≥ 2 weeks were independent risk factors for pulmonary infection in patients with liver cirrhosis ($P < 0.05$). The prediction model was established according to the influencing factors: $\text{Logit}(P) = -2.353 + 1.172 \times \text{age} \geq 60 \text{ years} + 1.692 \times$

作者单位:221002 江苏省徐州市第一人民医院感染性疾病科

通讯作者:宋文东, E-mail: grxjbkys@163.com

albumin < 28 g/L + 2.627 × Child-Pugh grade C + 1.288 × length of hospital stay ≥ 2 weeks. ROC curve analysis results showed that the area under the curve (AUC) was 0.856 (95% CI 0.810-0.902). Hosmer-Lemeshow test result was $\chi^2 = 5.794, P = 0.447$. **Conclusion** Patients with liver cirrhosis have a high risk of pulmonary infection. Advanced age, albumin < 28 g/L, hospitalization time ≥ 2 weeks, and Child-Pugh grade C are independent risk factors for liver cirrhosis complicated with pulmonary infection. The prediction model established based on risk factors has a good prediction efficiency for pulmonary infection.

[Key words] Cirrhosis; Pulmonary infection; Risk factors; Prediction model

肝硬化是各种慢性肝病进行性肝损伤和弥漫性肝纤维化的结果。由于免疫功能障碍、微生物群的改变和细菌从肠道到体循环的易位增加,约 30% ~ 60% 肝硬化患者发生感染,其风险是普通人群的 3 ~ 5 倍^[1-2]。同时,感染会恶化疾病的临床进程,引发急性肾损伤、肝性脑病、多器官衰竭和急性或慢性肝衰竭等严重并发症^[3]。肺部感染是肝硬化患者常见的合并感染类型之一,其造成肝硬化患者的死亡率远高于其他感染^[4],严重危害患者的生命健康。目前,关于肝硬化并发肺部感染的研究多为分析病原菌特点和危险因素,针对肺部感染预测模型的研究较少,且相关因素是否为危险因素尚无一致结论。本研究旨在分析肝硬化患者并发肺部感染的临床特征和危险因素,并构建预测模型,为降低肝硬化患者并发肺部感染的风险提供参考。

对象与方法

1. 对象:回顾性选取 2023 年 9 月 ~ 2024 年 12 月徐州市第一人民医院收治的 303 例肝硬化患者,其中男 192 例、女 111 例,年龄 33 ~ 81 岁,平均年龄 (60.2 ± 11.9) 岁。纳入标准:(1)资料信息完整;(2)符合肝硬化诊断^[5];(3)肺部感染临床诊断标准为胸部 X 线片或胸部 CT 显示新出现的炎症性病灶,伴或不伴发热、咳嗽、咳痰等症状。排除标准:(1)伴有肺结核、慢性阻塞性肺病、支气管扩张等其他肺部疾病;(2)伴有血液系统疾病及肿瘤。根据是否合并肺部感染,将所有患者分为肺部感染组 (118 例) 和对照组 (185 例)。本研究通过我院伦理委员会批准 (xyyl[2025]013 号)。

2. 方法:收集所有患者的一般临床资料和实验室检查指标,包括性别、年龄、住院时间、既往史 (高血压、糖尿病、心血管疾病)、病因 (病毒性肝炎)、并发症 (腹腔积液、肝性脑病、上消化道出血)、Child-Push 分级、侵入性操作、血常规、生化指标、凝血功能、C-反应蛋白 (CRP)、肝炎病毒标志物。

3. 统计学处理:应用 SPSS 23.0 软件和 Graphpad Prism 8.0 进行统计分析。不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料以例数和百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 logistic 回归分析评估肝硬化患

者发生肺部感染的独立危险因素,据其构建预测模型。采用受试者工作特征 (ROC) 曲线和 Hosmer-Lemeshow 检验评估模型的预测价值和拟合优度。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

1. 两组患者一般临床资料及实验室检查指标比较:共纳入 303 例肝硬化患者,其中 118 例合并肺部感染,感染率为 38.94%。肺部感染组年龄 ≥ 60 岁、Child-Push 分级 C 级、肝性脑病、白蛋白 < 28 g/L、上消化道出血、住院时间 ≥ 2 周、侵入性检查患者比例及 TBil、CRP 水平均显著高于对照组, Hb 及 PLT 计数均显著低于对照组 ($P < 0.05$)。两组患者其余资料比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

2. 肝硬化患者并发肺部感染危险因素分析:以肝硬化患者是否并发肺部感染为因变量,以表 1 中差异有统计学意义的变量年龄 ≥ 60 岁、Child-Push 分级 C 级、肝性脑病、白蛋白 < 28 g/L、上消化道出血、侵入性检查、住院时间 ≥ 2 周为自变量进行多因素 logistic 回归分析,结果显示年龄 ≥ 60 岁、Child-Push 分级 C 级、白蛋白 < 28 g/L、住院时间 ≥ 2 周均是肝硬化并发肺部感染的独立危险因素 ($P < 0.05$),见表 2。

3. 构建预测模型:根据多因素 logistic 回归分析的结果构建预测模型, $\text{Logit}(P) = -2.353 + 1.172 \times \text{年龄} \geq 60 \text{ 岁} + 1.692 \times \text{白蛋白} < 28 \text{ g/L} + 2.627 \times \text{Child-Push 分级 C 级} + 1.288 \times \text{住院时间} \geq 2 \text{ 周}$, Hosmer-Lemeshow 检验结果为 $\chi^2 = 5.794, P = 0.447$,提示预测模型的拟合优度较好。

4. 模型预测价值分析:根据预测模型绘制 ROC 曲线,结果显示曲线下面积 (AUC) 为 0.856 (95% CI 0.810 ~ 0.902, $P < 0.05$),最佳截断值为 0.344,敏感度为 73.7%,特异度为 88.1%,提示模型预测效能较好,见图 1。

讨 论

肝硬化是临床中的常见病,目前我国约有 3 亿肝病患者,因肝硬化而死亡的人数居世界前列^[6]。肝硬化患者因肠道生态失调、细菌易位增加、肝硬化相关免疫功能障碍、肝功能障碍和遗传因素等原因容易发生

表 1 两组患者一般临床资料及实验室检查指标比较 [例, (%)]

组别	例数	男性	年龄 ≥60 岁	既往史			病因 (病毒性肝炎)	Child-Push C 级	白蛋白 <28 g/L	住院时间 ≥2 周	侵入性 检查
				高血压	糖尿病	心血管疾病					
对照组	185	117(63.24)	74(40.00)	47(25.41)	43(23.24)	24(12.97)	118(63.78)	6(3.24)	17(9.19)	22(11.89)	33(17.84)
肺部感染组	118	75(63.56)	78(66.10)	35(29.66)	26(22.03)	21(17.80)	67(56.78)	50(42.37)	54(45.76)	54(45.76)	55(46.61)
χ^2/Z 值		0.003	19.634	0.661	0.060	1.326	1.486	73.219	53.714	43.985	28.942
P 值		0.956	<0.001	0.416	0.807	0.250	0.223	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

组别	例数	并发症			WBC 计数	Hb	PLT 计数	AST	ALT	TBil	CRP
		肝性脑病	腹腔积液	上消化道 出血	[$\times 10^9/L, M$ (P_{25}, P_{75})]	[g/L, M (P_{25}, P_{75})]	[$\times 10^9/L,$ $M(P_{25}, P_{75})$]	[U/L, M (P_{25}, P_{75})]	[U/L, M (P_{25}, P_{75})]	[$\mu\text{mol/L}, M$ (P_{25}, P_{75})]	[mg/L, M (P_{25}, P_{75})]
对照组	185	7 (3.78)	105 (56.76)	17 (9.19)	4.34 (3.27, 5.72)	125.0 (103.0, 140.5)	105.0 (68.0, 171.0)	37 (26, 5)	29 (21, 49)	19.90 (15.00, 28.70)	2.27 (0.99, 4.53)
肺部感染组	118	23 (19.49)	60 (50.85)	27 (22.88)	4.85 (3.25, 7.04)	104.5 (82.0, 122.0)	87.5 (57.0, 146.0)	38 (25, 65)	29 (19, 48)	25.05 (15.30, 45.00)	9.03 (2.29, 40.64)
χ^2/Z 值		19.927	1.014	10.881	-1.964	-5.579	-2.394	-0.946	-0.077	-3.075	-7.232
P 值		<0.001	0.314	0.001	0.050	<0.001	0.017	0.344	0.939	0.002	<0.001

表 2 肝硬化患者并发肺部感染的多因素 logistic 回归分析

因素	β 值	S. E.	Wald χ^2 值	P 值	OR(95% CI)
常量	-2.353	0.292	64.835	-	0.095
年龄 ≥60 岁	1.172	0.320	13.416	<0.001	3.227 (1.724 ~ 6.04)
白蛋白 <28 g/L	1.692	0.375	20.383	<0.001	5.429 (2.605 ~ 11.317)
Child-Push 分级 C 级	2.627	0.506	26.914	<0.001	13.829 (5.126 ~ 37.305)
住院时间 ≥2 周	1.288	0.420	9.388	0.002	3.624 (1.590 ~ 8.258)

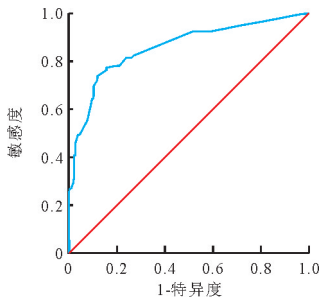


图 1 预测模型预测肝硬化患者发生肺部感染的 ROC 曲线

感染,尤其是肺部感染。既往研究表明,肝硬化合并肺部感染的患者常伴有严重的全身炎症反应、不良的临床病程和高死亡率^[7-8]。因此,早期识别肺部感染的影响因素和构建预测模型及时采取预防措施至关重要。本研究结果显示,肝硬化患者肺部感染的发病率为 38.94%,高于国内外研究结果^[9-11],可能与本研究中肝硬化患者处于失代偿期阶段的占比较高有关。失代偿期肝硬化患者常伴有严重的肝功能障碍,机体免疫系统功能下降,对各种病原体的抵抗力减弱,容易发生感染。

本研究发现,年龄 ≥60 岁、白蛋白 <28 g/L、住院时间 ≥2 周、肝功能 Child-Push 分级 C 级是肝硬化并发肺部感染的独立危险因素,与既往研究一致^[12-13]。

高龄是多数疾病发生和进展的重要危险因素。老年人免疫功能减退,免疫细胞无法有效清除病原体,使得细菌、病毒等病原体更容易在肺部定植和繁殖^[14]。此外,高龄人群的炎症反应能力也有所减弱,当病原体侵入肺部时,身体不能及时产生有效的炎症反应对抗感染,导致感染容易扩散和加重。呼吸系统功能的减退是高龄人群容易发生感染的重要原因之一。随着年龄的增长,胸廓和肺的顺应性降低,肺泡的扩张和收缩能力减弱,导致肺部的通气和换气功能下降,容易造成肺部的淤血和缺氧,有利于细菌、病毒的生长繁殖^[15]。高龄人群常伴有咳嗽反射功能减退,呼吸道黏液纤毛的清除功能下降,不能有效将气道内的痰液和吸入的灰尘、细菌等颗粒排出体外,使得痰液及有害物质在气道内积聚,为病原体的生长提供了良好的环境,增加了肺部感染的风险。

血清白蛋白水平是感染性疾病发展和预后的重要因素。白蛋白主要在肝脏中合成,在改善炎症、维持血管内皮完整性和酸碱平衡以及抗氧化等方面起着关键作用^[16]。低蛋白血症时,肝脏损伤严重,合成功能障碍,机体合成抗体的能力下降,抗体生成减少,无法中和病原体,使病原体更易在体内繁殖和扩散,从而增加感染的风险。此外,低蛋白血症会导致免疫细胞的功能异常,削弱机体的免疫防御能力,使机体更容易受到病原体的侵袭^[17]。白蛋白具有维持血浆胶体渗透压的作用^[18]。随着白蛋白水平降低,组织间隙内的渗透压高于血管内的胶体渗透压,液体从血管渗透到组织间隙。组织间隙内液体增多,血液和淋巴回流受阻,导致局部的营养物质供应不足,代谢产物无法排出,促进了细菌等病原体的生长和繁殖。

Child-Push 分级系统基于白蛋白、凝血酶原时间、胆红素、肝性脑病和腹腔积液指标,将肝功能分为 A、

B、C 三级,对肝硬化患者疾病的发展和预后有着重要预测价值^[19]。本研究结果显示,Child-Push 分级 C 级的肝硬化患者发生肺部感染的风险是 Child-Push 分级 A~B 级患者的 13 倍。Child-Push 分级 C 级患者肝功能受损严重,常伴有低蛋白血症、凝血功能障碍、胆红素升高、肝性脑病和不同程度的腹腔积液,这些指标均是肝硬化患者发生感染的重要影响因素^[20-21]。因此,Child-Push 分级 C 级的肝硬化患者更易发生感染。

住院时间是住院患者发生感染的危险因素^[22-23]。医院里人员密集且流动性较大,导致医院的空气、物体表面、医疗器械等处存在大量的细菌、病毒、真菌等微生物。患者在住院期间,身体会因疾病本身、营养不良、长期卧床等因素导致免疫力减弱,难以抵挡外界病原体的侵袭。长期住院的患者接触病原体的机会增加,且极易发生交叉感染。

本研究根据以上影响因素构建预测模型,同时绘制 ROC 曲线,AUC 为 0.856(95% CI 0.810~0.902),通过 Hosmer-Lemeshow 检验评估预测模型,结果提示预测模型的预测效能和拟合优度较好。高龄、白蛋白 < 28 g/L、Child-Push 分级 C 级和住院时间 ≥ 2 周均是肺部感染的独立危险因素,这些指标联合构建的预测模型可更好的预测肺部感染的发生。

本研究中上消化道出血不是肝硬化患者发生肺部感染的独立危险因素,与既往研究不同^[24]。上消化道出血后,患者胃肠道内的菌群失调,致病菌大量繁殖可引起感染。本研究结果与既往研究不同可能有如下原因:(1)患者消化道出血量不多,就诊及时,到我院就诊后得到完善的处置;(2)诊治消化道出血的患者时,根据指南予以合理的抗菌药物预防和控制感染;(3)消化道出血与年龄和 Child-Push 分级有相关性,虽然单因素分析中上消化道出血有意义,但在多因素分析中,年龄和 Child-Push 分级对肺部感染的影响更大,使得上消化道出血对肺部感染的影响不再显著。

本研究存在一定局限性:本研究为单中心研究,样本量不足,应进行扩大样本量的多中心研究。此外,本研究为回顾性研究,所纳入的临床数据并不全面,未来应开展前瞻性研究探讨肝硬化并发肺部感染的危险因素和预测指标。

综上所述,肝硬化患者发生肺部感染的风险较高,高龄、白蛋白 < 28 g/L、Child-Push 分级 C 级和住院时间 ≥ 2 周是发生肺部感染的独立危险因素,根据独立危险因素建立的预测模型有较好的预测价值。临床中诊治肝硬化患者时,尤其是高龄患者,可通过提高血清白蛋白水平、改善肝功能和缩短住院时间来降低发生肺部感染的风险。

参 考 文 献

- [1] Piano S, Tonon M, Angeli P. Changes in the epidemiology and management of bacterial infections in cirrhosis[J]. Clin Mol Hepatol, 2021, 27(3):437-445.
- [2] Premkumar M, Anand AC. Overview of complications in cirrhosis[J]. J Clin Exp Hepatol, 2022, 12(4):1150-1174.
- [3] Wong F, Piano S, Singh V, et al. Clinical features and evolution of bacterial infection-related acute-on-chronic liver failure[J]. J Hepatol, 2021, 74(2):330-339.
- [4] Ekpanyapong S, Reddy KR. Infections in cirrhosis[J]. Curr Treat Options Gastroenterol, 2019, 17(2):254-270.
- [5] 中华医学会肝病学会. 肝硬化诊治指南[J]. 中华肝脏病杂志, 2019, 27(11):846-865.
- [6] 中华医学会消化病学分会. 中国肝硬化临床诊治共识意见[J]. 中华消化杂志, 2023, 43(4):227-247.
- [7] Hung TH, Tseng CW, Hsieh YH, et al. High mortality of pneumonia in cirrhotic patients with ascites[J]. BMC Gastroenterol, 2013, 13:25.
- [8] Fernández J, Acevedo J, Wiest R, et al. Bacterial and fungal infections in acute-on-chronic liver failure: prevalence, characteristics and impact on prognosis[J]. Gut, 2018, 67(10):1870-1880.
- [9] 吴柳, 洪灏, 李维正, 等. 肝硬化患者合并细菌感染的临床特征分析[J]. 中国感染与化疗杂志, 2020, 20(6):601-606.
- [10] 赵丛林, 张伯鹏, 邹宁. 肝硬化患者合并院内肺部感染的病原菌分布及危险因素[J]. 临床与病理杂志, 2020, 40(8):2080-2084.
- [11] Fernández J, Piano S, Bartoletti M, et al. Management of bacterial and fungal infections in cirrhosis: the MDRO challenge[J]. Hepatol, 2021, 75(Suppl 1):S101-S117.
- [12] 陆宇峰, 王文远, 夏蓓蕾, 等. 肝硬化合并肺部感染的病原菌分布及危险因素分析[J]. 现代生物医学进展, 2019, 19(22):4357-4361.
- [13] 孙绍峰, 刘洁. 肝硬化并发肺部感染的临床特征、病原菌分布及危险因素分析[J]. 甘肃科学学报, 2022, 34(3):45-48.
- [14] Schneider JL, Rowe JH, Garcia-de-Alba C, et al. The aging lung: physiology, disease, and immunity[J]. Cell, 2021, 184(8):1990-2019.
- [15] Cho SJ, Stout-Delgado HW. Aging and lung disease[J]. Annu Rev Physiol, 2020, 82:433-459.
- [16] Sun L, Yin H, Liu M, et al. Impaired albumin function: a novel potential indicator for liver function damage? [J]. Ann Med, 2019, 51(7-8):333-344.
- [17] Soeters PB, Wolfe RR, Shenkin A. Hypoalbuminemia: pathogenesis and clinical significance[J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2019, 43(2):181-193.
- [18] van de Wouw J, Joles JA. Albumin is an interface between blood plasma and cell membrane, and not just a sponge[J]. Clin Kidney J, 2021, 15(4):624-634.
- [19] Acharya G, Kaushik RM, Gupta R, et al. Child-Turcotte-Pugh score, MELD score and MELD-Na score as predictors of short-term mortality among patients with end-stage liver disease in Northern India[J]. Inflamm Intest Dis, 2020, 5(1):1-10.
- [20] 王文静, 于艳华. 炎症因子和凝血功能对肝硬化腹水患者发生腹腔感染的预测价值分析[J]. 北京医学, 2024, 46(10):804-809.
- [21] 董旭, 秦阳华, 廖威, 等. 乙型肝炎肝硬化和慢加急性肝衰竭患者并发感染影响因素与预后分析[J]. 实用肝脏病杂志, 2024, 27(6):891-894.
- [22] Recto CG, Fourati S, Khellaf M, et al. Respiratory syncytial virus vs influenza virus infection: mortality and morbidity comparison over 7 epidemic seasons in an elderly population[J]. J Infect Dis, 2024, 230(5):1130-1138.
- [23] 杨耿侠, 陈铭, 黄晓婕, 等. 住院肝病患者泛耐药鲍曼不动杆菌感染的危险因素分析[J]. 临床内科杂志, 2020, 37(9):632-634.
- [24] 王李晶子, 李沛, 张野, 等. 慢加急性肝衰竭患者发生肺部感染的危险因素及预测模型的构建[J]. 临床肝胆病杂志, 2024, 40(6):1196-1202.

(收稿日期:2025-03-06)

(本文编辑:高婷)