

DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20222643

· 论 著 ·

PCT 与 SDI 比值对重症细菌性肺炎患者短期预后的预测价值

孙国先¹, 刘微丽², 郑庆斌², 侯红玲³, 林慧晶¹

(扬州大学附属医院 1. 临床药学科; 2. 重症医学科; 3. 神经内科, 江苏 扬州 225001)

[摘要] **目的** 探讨血清降钙素原(PCT)与肺泡灌洗液辛普森菌群多样性指数(SDI)比值对重症监护病房(ICU)内细菌性肺炎患者短期预后的预测价值。**方法** 回顾性调查扬州大学附属医院 ICU 2019 年 10 月—2021 年 7 月选择肺泡灌洗液宏基因组二代测序(mNGS)技术的 56 例细菌性肺炎患者病历资料,依据其入 ICU 24 h 内急性生理学及慢性健康状况评分 II (APACHE-II)分为非危重症组 21 例和危重症组 35 例。以细菌性肺炎造成死亡为终点事件,记录 28 天转归,并将患者分为生存组 38 例和死亡组 18 例。对各组患者的 SDI、PCT、C-反应蛋白(CRP)、PCT/SDI、CRP/SDI 进行比较分析。**结果** 与非危重症组比较,危重症组患者血清 PCT/SDI、PCT 水平均升高,且呼吸机辅助通气时间更长,28 天病死率更高(均 $P < 0.05$);与存活组比较,死亡组患者 SDI 较低,PCT/SDI、PCT 水平均较高(均 $P < 0.05$);SDI 与呼吸机辅助通气时间呈负相关(r 值为 $-0.655, P < 0.001$),PCT 水平、PCT/SDI 与呼吸机辅助通气时间呈正相关(r 值分别为 $0.660, 0.734$, 均 $P < 0.001$)。受试者工作特征曲线(ROC 曲线)显示,PCT/SDI 预测患者 28 天死亡的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.851 ,其次为 PCT + SDI(0.845)、PCT (0.808)、SDI(0.785)、CRP/SDI(0.731),PCT/SDI 的最佳截断值为 11.56 时预判患者 28 天死亡的灵敏度为 89.5% ,特异度为 66.7% 。Cox 回归分析显示,PCT/SDI 值高($HR = 1.562, 95\%CI: 1.271 \sim 1.920, P = 0.031$)、PCT 水平高($HR = 1.106, 95\%CI: 1.021 \sim 1.198, P = 0.024$)是 ICU 细菌性肺炎患者死亡的独立危险因素。**结论** PCT/SDI、PCT、PCT + SDI、SDI、CRP/SDI 均可作为 ICU 细菌性肺炎患者短期预后的评估指标。与其他指标相比,PCT/SDI 预测患者短期预后更有价值。

[关键词] 细菌性肺炎; 肺泡灌洗液; 降钙素原; 辛普森多样性指数; 预后; 价值

[中图分类号] R563.1

Predictive value of PCT/SDI ratio for short-term prognosis of patients with severe bacterial pneumonia

SUN Guo-xian¹, LIU Wei-li², ZHENG Qing-bin², HOU Hong-ling³, LIN Hui-jing¹ (1. Department of Clinical Pharmacy; 2. Department of Critical Care Medicine; 3. Department of Neurology, Affiliated Hospital of Yangzhou University, Yangzhou 225001, China)

[Abstract] **Objective** To explore the predictive value of the ratio of serum procalcitonin (PCT) to Simpson's diversity index (SDI) in alveolar lavage fluid for the short-term prognosis of patients with bacterial pneumonia in intensive care unit (ICU). **Methods** Medical records of 56 patients with bacterial pneumonia who were performed alveolar lavage fluid metagenomic next-generation sequencing (mNGS) technology in ICU of the Affiliated Hospital of Yangzhou University from October 2019 to July 2021 were retrospectively investigated, according to the acute physiology and chronic health evaluation (APACHE-II) scoring system within 24 hours after admission to ICU, patients were divided into non-critical group ($n = 21$) and critical group ($n = 35$). Taking death caused by bacterial pneumonia as the end event, 28-day prognosis was recorded, patients were divided into survival group ($n = 38$) and death group ($n = 18$). SDI, PCT, C-reactive protein (CRP), PCT/SDI and CRP/SDI of patients in each group

[收稿日期] 2022-03-15

[基金项目] 江苏省药学会-恒瑞药服专项科研资助项目(H202129);江苏省药学会-天晴医院药学科科研项目(Q202050)

[作者简介] 孙国先(1981-),男(汉族),黑龙江省绥化市人,副主任药师,主要从事临床药学研究。

[通信作者] 林慧晶 E-mail: hjlin@yzu.edu.cn

were compared and analyzed. **Results** Compared with non-critical group, critical group had higher levels of PCT/SDI and PCT, longer duration of ventilator-assisted ventilation, and higher 28-day mortality (all $P < 0.05$); compared with survivor group, death group had lower SDI, as well as higher PCT/SDI and PCT (both $P < 0.05$); SDI was negatively correlated with duration of ventilator-assisted ventilation (r values were -0.655 , $P < 0.001$). PCT, PCT/SDI were positively correlated with duration of ventilator-assisted ventilation time (r values were 0.660 , 0.734 , respectively, both $P < 0.001$). The receiver operating characteristic curve (ROC curve) shows that the area under the ROC curve (AUC) of PCT/SDI for predicting 28-day mortality of patients was 0.851 , followed by PCT + SDI (0.845), PCT (0.808), SDI (0.785), and CRP/SDI (0.731), when optimal cut-off value of PCT/SDI was 11.56 , sensitivity and specificity for predicting 28-day mortality of patients were 89.5% and 66.7% respectively. Cox regression analysis showed that high PCT/SDI value ($HR = 1.562$, $95\%CI: 1.271 - 1.920$, $P = 0.031$) and high PCT level ($HR = 1.106$, $95\%CI: 1.021 - 1.198$, $P = 0.024$) were independent risk factors for death of ICU patients with bacterial pneumonia. **Conclusion** PCT/SDI, PCT, PCT + SDI, SDI and CRP/SDI can all be used as short-term prognostic indicators for bacterial pneumonia in ICU patients. Compared with other indicators, PCT/SDI is more valuable in predicting the short-term prognosis of patients.

[**Key words**] bacterial pneumonia; alveolar lavage fluid; procalcitonin; Simpson's diversity index; prognosis; value

重症细菌性肺炎是导致重症监护病房(ICU)患者死亡的主要原因之一,有报道^[1]其病死率可达 $15.5\% \sim 38.2\%$ 。这类患者由于肺部感染严重,炎性细胞因子大量释放,原有的免疫系统平衡被打破,从而导致呼吸道菌群改变。呼吸道菌群的改变又进一步促进疾病的进展和不良预后^[2]。研究^[3]显示,呼吸道菌群与多种疾病的发生和发展相关,如慢性阻塞性肺疾病、急性呼吸窘迫综合征等。辛普森菌群多样性指数(Simpson's diversity index, SDI)是目前研究动植物和土壤等菌群差异的敏感指标,关于人体呼吸道菌群的研究也已经被证实,可成为判断细菌感染的天然标记^[4]。已有研究^[5]表明,与未感染者比较,肺部感染患者的SDI值更低,且肺部细菌感染越严重,SDI值越低。患者肺部细菌感染时,血清降钙素原(procalcitonin, PCT)升高和SDI降低,两者的比值(PCT/SDI)可能对患者疾病有更好的预测能力。本研究通过ICU细菌性肺炎患者血清PCT值和基于宏基因组二代测序(metagenomic next-generation sequencing, mNGS)技术得到的SDI值,计算PCT/SDI值,并与SDI、PCT、C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、CRP/SDI进行比较,探讨PCT/SDI在ICU重症细菌性肺炎患者短期预后中的价值。

1 对象与方法

1.1 研究对象 回顾性调查扬州大学附属医院神

经ICU(NICU)、急症ICU(EICU)和综合ICU 2019年10月—2021年7月选择肺泡灌洗液mNGS技术诊断的56例细菌性肺炎患者病历资料,依据其入住ICU 24 h内急性生理学与慢性健康状况评分II(acute physiology and chronic health evaluation, APACHE-II)分为非危重症组(APACHE-II < 20 分)21例和危重症组(APACHE-II ≥ 20 分)35例;以细菌性肺炎导致死亡为终点事件,记录28天转归,将患者分为存活组38例和死亡组18例,对上述各组资料进行对比分析。细菌性肺炎的诊断标准^[1, 6]包括:(1)新近出现的咳嗽、咳痰或原有呼吸道疾病症状加重,并出现脓性痰或脓性气道分泌物,伴或不伴胸痛;(2)体温 $> 38^\circ\text{C}$;(3)外周血白细胞计数 $> 10 \times 10^9/\text{L}$ 或 $< 4 \times 10^9/\text{L}$,伴或不伴细胞核左移;(4)胸部影像学提示新出现或进展性片状、斑片状浸润性阴影或段实变影,伴或不伴胸腔积液。以上标准中,符合第4条标准或前3条标准中的任意2条或以上,即可诊断。本研究符合《世界医学协会赫尔辛基宣言》的相关要求。患者或其近亲属对原治疗方法均知情同意。

1.2 研究方法 从电子病历信息系统(His, Lis)中调取患者信息,如年龄、性别、入院24 h内APACHE-II评分、PCT、CRP、mNGS、微生物培养等相关临床资料。肺泡灌洗液微生物检测选择微远(广州)IDseqTM平台。SDI计算公式^[7]: $SDI = 1 - \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$ (n :某一菌种mNGS的检出序列数; N :

所有菌种 mNGS 的检出序列总数)

1.3 观察指标 (1)比较危重症组与非危重症组患者的年龄、性别、呼吸机辅助通气时间、患者 28 天病死率以及各指标(SDI、PCT/SDI、PCT、CRP/SDI、CRP)的差异;(2)探讨存活组与死亡组患者的年龄、性别以及各检测指标的差异;(3)探讨各指标与呼吸机辅助通气时间及 28 天转归的相关性;(4)评价各指标对 ICU 细菌性肺炎患者短期预后的预测能力。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 17.0 软件进行数据分析,Levene 检验和 Kolmogorow-Smirnow 检验分别对计量资料的方差齐性和分布进行评价。正态分布资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布资料以中位数(四分位数)[$M(Q_L, Q_U)$]表示,组间比较采用 *Mann-Whitney U* 检验。计数资料以百分比表示,采用 χ^2 检验。相关性分析采用 Spearman 法,并进行 logistic 回归分析。应用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve,ROC 曲线),评价各指标对 ICU 细菌性肺炎患者短期预后的预测能力,并对可能影响患者死亡的因素进行 Cox 回归分析。以 $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床基本资料 共有 56 例 ICU 细菌性肺炎患者纳入研究。56 例患者中男性 36 例、女性 20 例,年龄 [65 (62, 71)] 岁,SDI [0.460 (0.350, 0.585)],PCT [5.115 (3.855, 7.718)] ng/mL,CRP [21.565 (16.988, 27.678)] mg/L,呼吸机辅助通气时间 [9.0 (7.0, 14.0)] d,共有 18 例死亡。56 例患者检出排名前十位的病原菌依次为鲍曼不动杆菌 9 株,肺炎克雷伯菌、铜绿假单胞菌各 7 株,肺炎链球菌 6 株,大肠埃希菌 5 株,洋葱伯克霍尔德菌 3 株,嗜麦芽窄食单胞菌、曲霉菌、金黄色葡萄球菌、李斯特菌各 2 株;其中两种及以上细菌混合感染 8 例。

2.2 危重症组与非危重症组临床指标比较 与非危重症患者比较,危重症患者 SDI 水平降低,PCT/SDI、PCT、CRP/SDI 值升高,呼吸机辅助通气时间更长,病死率更高,差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$);但两组患者的年龄、性别、CRP 水平比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 1。

表 1 非危重症组与危重症组细菌性肺炎患者临床指标比较

Table 1 Comparison of clinical indicators between patients with bacterial pneumonia in non-critical group and critical group

指标	非危重症组($n=21$)	危重症组($n=35$)	Z/χ^2	P
年龄[$M(P_{25}, P_{75})$, 岁]	63.00(70.00, 72.00)	64.00(62.00, 69.50)	-1.664	0.096
性别(男/女,例)	15/6	21/14	0.747	0.338
SDI[$M(P_{25}, P_{75})$]	0.610(0.410, 0.660)	0.430(0.325, 0.470)	-3.945	<0.001
PCT/SDI[$M(P_{25}, P_{75})$]	5.980(5.180, 8.240)	17.000(11.690, 21.420)	-4.883	<0.001
PCT[$M(P_{25}, P_{75})$, ng/mL]	3.710(3.290, 4.230)	7.120(5.115, 8.125)	-4.815	<0.001
CRP/SDI[$M(P_{25}, P_{75})$]	33.360(28.900, 42.520)	52.980(44.410, 79.280)	-3.258	0.001
CRP[$M(P_{25}, P_{75})$, mg/L]	20.640(18.550, 27.000)	21.810(20.125, 28.220)	-0.914	0.361
呼吸机辅助通气时间[$M(P_{25}, P_{75})$, d]	7.00(5.00, 9.00)	10.00(8.00, 16.50)	-2.910	0.004
28 天病死率(%)	14.29	42.86	-2.196	0.028

2.3 死亡组与存活组指标比较 28 天内非危重症组患者中 3 例死亡,危重症组中 15 例死亡。与存活组比较,死亡组的 PCT/SDI、PCT、CRP/SDI 值升高,SDI 值降低,差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$);死亡组与存活组的年龄、性别、CRP 水平比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 2。

2.4 各指标与呼吸机辅助通气时间相关性分析 SDI 与呼吸机辅助通气时间呈负相关(r 值为 -0.655, $P < 0.001$);PCT 水平、PCT/SDI 与呼吸机辅助通气时间呈正相关(r 值分别为 0.660、0.734,均 $P < 0.001$);年龄、性别、CRP 水平与呼吸机辅助通气时间无相关性(均 $P > 0.05$)。

表 2 存活组与死亡组细菌性肺炎患者临床指标比较

Table 2 Comparison of clinical indicators between patients with bacterial pneumonia in survival group and death group

指标	存活组(n=38)	死亡组(n=18)	Z/χ ²	P
年龄[M(P ₂₅ , P ₇₅),岁]	65.50(61.25, 71.00)	64.50(63.25, 66.75)	-0.220	0.826
性别(男/女,例)	26/12	10/8	0.881	0.348
SDI[M(P ₂₅ , P ₇₅)]	0.485(0.430, 0.625)	0.330(0.270, 0.465)	-3.423	0.001
PCT/SDI[M(P ₂₅ , P ₇₅)]	9.250(5.845, 15.768)	21.420(13.798, 32.328)	-4.211	<0.001
PCT[M(P ₂₅ , P ₇₅), ng/mL]	4.700(3.658, 5.938)	7.785(5.403, 9.838)	-3.702	<0.001
CRP/SDI[M(P ₂₅ , P ₇₅)]	44.140(24.165, 61.505)	76.720(42.998, 118.008)	-2.772	0.006
CRP[M(P ₂₅ , P ₇₅), mg/L]	21.165(15.098, 26.488)	22.555(20.198, 30.348)	-1.456	0.145

2.5 ROC 曲线分析 PCT、SDI、PCT/SDI、PCT + SDI、CRP/SDI 可预测 ICU 细菌性肺炎患者 28 天死亡,差异有统计学意义(均 P<0.05)。PCT/SDI 预测患者 28 天死亡的 ROC 曲线下面积(AUC)为

0.851,其次为 PCT + SDI(0.845)、PCT(0.808)、SDI(0.785)、CRP/SDI(0.731)。当 PCT/SDI 的最佳截断值为 11.56 时,预判患者 28 天死亡的灵敏度为 89.5%,特异度为 66.7%。见表 3。

表 3 各指标对 ICU 细菌性肺炎患者预后的预测能力

Table 3 Predictive ability of each indicators for prognosis of ICU patients with bacterial pneumonia

变量	AUC	95%CI	P	灵敏度(%)	特异度(%)	最佳截断值	约登指数
SDI	0.785	0.654~0.916	0.001	65.8	94.4	0.390	0.602
PCT/SDI	0.851	0.751~0.950	0.001	89.5	66.7	11.560	0.562
PCT	0.808	0.690~0.927	0.001	65.8	88.9	5.040	0.547
CRP/SDI	0.731	0.594~0.868	0.006	86.8	55.6	74.915	0.424
PCT + SDI	0.845	0.741~0.949	0.001	68.4	94.4	0.228	0.628

2.6 多因素 Cox 回归分析 生存时间定义为从患者入 ICU 到死亡或随访截止时间,将年龄、性别、SDI、PCT/SDI、PCT、CRP/SDI、PCT + SDI 作为自变量,进行多因素 Cox 逐步向后回归,结果显示,作为连续变量的 PCT/SDI、PCT 水平是 ICU 细菌性肺炎患者死亡的独立危险因素(均 P<0.05)。见表 4。

表 4 ICU 细菌性肺炎患者危险因素的 Cox 回归分析

Table 4 Cox regression analysis on risk factors for ICU patients with bacterial pneumonia

变量	β	S _e	HR	95%CI	P
性别	-0.245	0.561	0.783	0.261~0.950	0.662
年龄	0.031	0.046	1.031	1.003~1.128	0.504
SDI	-11.968	4.616	1.101	1.025~1.310	0.281
PCT/SDI	0.446	0.105	1.562	1.271~1.920	0.031
PCT	0.096	0.089	1.106	1.021~1.198	0.024
CRP/SDI	-0.041	0.032	0.960	0.901~0.993	0.206
PCT + SDI	0.049	0.115	1.054	1.009~1.196	0.104

3 讨论

目前普遍认为,人体与外界相通的腔道均具有复杂的微生态系统。腔道内生态系统的失衡和细菌感染所致的炎症状态是重症感染患者不良预后的主要原因。既往关于肠道菌群与呼吸系统疾病有较多研究,一旦肠道菌群失衡,易导致急性呼吸窘迫综合征和呼吸机相关肺炎^[8]。近期研究^[9-10]表明,肺内微生物群落的病理性改变亦可导致相关疾病。伴随着疾病的进展,肺内微生物群落的组成也存在着明显差异。ICU 内重症细菌性肺炎患者多伴有高龄、基础疾病和免疫缺陷,可导致生理功能紊乱和体内微生态平衡的破坏。研究^[11]发现,微生物群落的改变通过其代谢物介导的免疫调节增加了感染性疾病的发病率。进一步的研究^[12]认为,失衡的微生物群落使免疫相关代谢物产生途径增多,如磷酸戊糖磷酸途径和糖酵解途径。可以预见,肺内微生物群落的改变在感染性疾病的识别与救治中扮演着特殊

角色。因此,对重症细菌性肺炎患者同时进行肺内微生物群落与炎性指标的监测可能更有临床价值。

SDI 由英国学者辛普森于 1949 年提出,是物种群落内生物种类数量和物种间相对多度的测量方法,其原理可由概率论得出^[13]。SDI 可以反映优势物种在群落中的地位和作用,暨生态优势度。SDI 数值越大,生态优势度越高。既往 SDI 多用于阐明某一区域内动物和植物等物种(菌群)的差异^[14]。近期研究^[15-16]多涉及人体呼吸道和肠道菌群。已有研究^[5]对造血干细胞移植术后的 22 例成人住院患者进行分组比较,与未感染组相比,感染组患者的肺泡灌洗液 SDI 数值较低,这与本课题组的前期研究^[17]结果相同。PCT 和 CRP 为临床常用的炎症标志物,当肺部细菌感染时,两者检测结果均升高明显。然而,与 CRP 相比,PCT 在评估重症细菌性肺炎患者的病情严重程度和预后方面更具优势^[18]。本研究结果显示,存活组的 PCT 值低于死亡组,非危重症组患者的 PCT 值低于危重症组,而 CRP 在各组比较中均无统计学差异。ICU 细菌性肺炎患者 PCT 水平与呼吸机辅助通气时间及死亡呈正相关。PCT 值越大,病情越严重,死亡风险越高。

炎性标志物 PCT、CRP 与血清前清蛋白和血沉等指标的比值在疾病诊治及预后判断中具有临床意义。Christopher 等^[19]研究显示,血沉/CRP 有助于确定假体周围关节感染的持续时间,并为医生的治疗选择提供参考。黄彩芝等^[20]研究表明,血清前清蛋白/PCT 与入住 ICU 时间及死亡呈负相关,可作为患者病情严重程度与短期预后评判的指标。鉴于 PCT、CRP 和 SDI 在患者细菌感染情况下的高低变化,本研究采用了炎性指标与 SDI 的比值。与 PCT 对细菌性肺炎短期预后的预判相比,SDI 取值不受患者肾功能不全、自身免疫系统疾病、中性粒细胞减少症等多种临床因素影响;此外,患者早期有效的抗菌药物治疗,可导致 PCT 作为预后判断指标的准确性降低。因此,PCT/SDI 可以更灵敏的反映比值结果的变化趋势。研究结果显示,危重症组血清 PCT/SDI、CRP/SDI 均高于非危重症组,且前者的呼吸机辅助通气时间更长,28 天病死率更高;死亡组患者 SDI 值低于存活组,而 PCT/SDI、CRP/SDI 均较高,且 PCT/SDI 与呼吸机辅助通气时间呈正相关;SDI 与呼吸机辅助通气时间呈负相关。而各组的年龄、性别、CRP 比较,差异均无统计学意义,提示 PCT/SDI、CRP/SDI 与 ICU 重症细菌性肺炎患者病情严重程度有相关性。

ROC 曲线显示,PCT/SDI 预测重症细菌性肺炎患者 28 天死亡的 AUC 为 0.851,优于 PCT (0.808)、SDI(0.785)、CRP/SDI(0.731),以及 PCT 和 SDI 的联合指标 PCT + SDI(0.845),表明 PCT/SDI 对患者 28 天预后的预测能力最强,PCT/SDI 为 11.56 时预判患者 28 天死亡的灵敏度为 89.5%,特异度为 66.7%。Cox 回归分析显示,PCT/SDI ($HR = 1.562, 95\% CI: 1.271 \sim 1.920, P = 0.031$)、PCT ($HR = 1.106, 95\% CI: 1.021 \sim 1.198, P = 0.024$) 是 ICU 细菌性肺炎患者死亡的独立危险因素。受限于多种疾病对 PCT 值的影响,PCT/SDI 可以成为判断患者短期预后更灵敏的指标。

本研究的局限性:首先,本研究为小样本单中心回顾性研究,纳入患者数量少,未对通气模式(有创/无创)进行分组比较;其次,本研究未对 PCT/SDI 指标进行动态监测和评估,无法探讨指标动态变化规律,接下来还需扩大样本量进一步观察。

综上所述,PCT/SDI、SDI、PCT、CRP/SDI 和 SDI + PCT 均可作为评估 ICU 重症细菌性肺炎患者短期预后的敏感指标。与其他指标相比,PCT/SDI 的预测效果最佳,临床价值更大。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] 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. Infection group, Respiratory Branch, Chinese Medical Association. Guidelines for the diagnosis and treatment of hospital acquired pneumonia and ventilator-associated pneumonia in Chinese adults (2018 Edition)[J]. Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Diseases, 2018, 41(4): 255-280.
- [2] Panzer AR, Lynch SV, Langelier C, et al. Lung microbiota is related to smoking status and to development of acute respiratory distress syndrome in critically ill trauma patients[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2018, 197(5): 621-631.
- [3] Dima E, Kyriakoudi A, Kaponi M, et al. The lung microbiome dynamics between stability and exacerbation in chronic obstructive pulmonary disease (COPD): current perspectives [J]. Respir Med, 2019, 157: 1-6.
- [4] 魏立娜, 李真玉, 张华, 等. 呼吸道菌群负担和多样性与危重症患者预后的相关性分析[J]. 重庆医学, 2021, 50(11): 1857-1861. Wei LN, Li ZY, Zhang H, et al. Correlation analysis between bacterial load and diversity in respiratory tract with prognosis

- in critical patients[J]. *Chongqing Medicine*, 2021, 50(11): 1857-1861.
- [5] Langelier C, Zinter MS, Kalantar K, et al. Metagenomic sequencing detects respiratory pathogens in hematopoietic cellular transplant patients[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2018, 197(4): 524-528.
- [6] 中华医学会器官移植学分会. 实体器官移植术后感染诊疗技术规范(2019 版)——总论与细菌性肺炎[J]. *器官移植*, 2019, 10(4): 343-351.
- Chinese Society of Organ Transplantation. Technical specifications for clinical diagnosis and treatment of infections after organ transplantation (2019 Edition)-the general and bacterial pneumonia[J]. *Organ Transplantation*, 2019, 10(4): 343-351.
- [7] Hunter PR, Gaston MA. Numerical index of the discriminatory ability of typing systems: an application of Simpson's index of diversity[J]. *J Clin Microbiol*, 1988, 26(11): 2465-2466.
- [8] 肖懿瑶, 张纾难. 肠道菌群和呼吸系统疾病相关性的研究进展[J]. *中国全科医学*, 2021, 24(9): 1165-1172.
- Xiao SY, Zhang SN. Recent advances in the relationship between intestinal flora and respiratory diseases [J]. *Chinese General Practice*, 2021, 24(9): 1165-1172.
- [9] Dickson RP, Huffnagle GB. The lung microbiome: new principles for respiratory bacteriology in health and disease[J]. *PLoS Pathog*, 2015, 11(7): e1004923.
- [10] Woo S, Park SY, Kim Y, et al. The dynamics of respiratory microbiota during mechanical ventilation in patients with pneumonia[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(3): 638.
- [11] Segal LN, Clemente JC, Li YH, et al. Anaerobic bacterial fermentation products increase tuberculosis risk in antiretroviral-drug-treated HIV patients[J]. *Cell Host Microbe*, 2017, 21(4): 530-537.
- [12] Hong LL, Chen YQ, Ye L. Characteristics of the lung microbiota in lower respiratory tract infections with and without history of pneumonia[J]. *Bioengineered*, 2021, 12(2): 10480-10490.
- [13] 姜隽. 生物群落的物种多样性研究综述[J]. *科技情报开发与经济*, 2009, 19(27): 131-133.
- Jiang J. Reviews of the research on the species diversity of biotic community [J]. *Sci-Tech Information Development & Economy*, 2009, 19(27): 131-133.
- [14] Schen M, Berger L, 姜景一. 在真实世界中计量生物多样性学生在户外使用辛普森指数比较 2 个森林群落的生物多样性[J]. *中国科技教育*, 2015(3): 40-44.
- Schen M, Berger L, Jiang JY. Measuring biodiversity in the real world students compare biodiversity in 2 forest communities outdoors using Simpson's index[J]. *China Science & Technology Education*, 2015(3): 40-44.
- [15] 易一行, 喻容, 石国民, 等. 基于 16S rRNA V4 区高通量测序的初治菌阳肺结核患者肠道菌群构成与表型分析[J]. *中国防痨杂志*, 2021, 43(9): 939-946.
- Yi YX, Yu R, Shi GM, et al. Analysis of the composition and phenotypes of intestinal flora in primary bacteriologically-confirmed pulmonary tuberculosis patients based on high-throughput sequencing of 16S rRNA V4 region[J]. *Chinese Journal of Antituberculosis*, 2021, 43(9): 939-946.
- [16] 胡洁, 肖一慧, 孙丽. 乳腺癌患者肠道微生物分布构成及其与抑郁情绪的相关性[J]. *现代消化及介入诊疗*, 2020, 25(7): 913-916.
- Hu J, Xiao YH, Sun L. Composition of gut microbial distribution in breast cancer patient and its correlation with depressed mood[J]. *Modern Digestion & Intervention*, 2020, 25(7): 913-916.
- [17] 孙国先, 刘微丽, 郑庆斌, 等. 肺泡灌洗液二代测序在重症肺炎病原菌未明患者中的应用[J]. *中国基层医药*, 2020, 27(24): 2951-2955.
- Sun GX, Liu WL, Zheng QB, et al. Application of alveolar lavage fluid metagenomic next-generation sequencing in patients with severe pneumonia of unknown pathogen[J]. *Chinese Journal of Primary Medicine and Pharmacy*, 2020, 27(24): 2951-2955.
- [18] 盛军, 杨新玲. PCT、CRP 的变化对肺部感染患者预后转归的临床价值[J]. *中国医师杂志*, 2019, 21(9): 1402-1404.
- Sheng J, Yang XL. Clinical value of changes in PCT and CRP on the prognostic regression of patients with pulmonary infections[J]. *Journal of Chinese Physician*, 2019, 21(9): 1402-1404.
- [19] Christopher ZK, McQuivey KS, Deckey DG, et al. Acute or chronic periprosthetic joint infection? Using the ESR/CRP ratio to aid in determining the acuity of periprosthetic joint infections[J]. *J Bone Jt Infect*, 2021, 6(6): 229-234.
- [20] 黄彩芝, 杨龙贵, 张洁, 等. 血清前白蛋白与降钙素原比值对接受机械通气的重症非病毒性肺炎患儿短期预后的预测价值[J]. *中国急救医学*, 2019, 39(12): 1149-1153.
- Huang CZ, Yang LG, Zhang J, et al. The predictive value of ratio of serum prealbumin to procalcitonin in short term prognosis of severe non-viral pneumonia in children treated with mechanical ventilation [J]. *Chinese Journal of Critical Care Medicine*, 2019, 39(12): 1149-1153.

(本文编辑:曾翠、陈玉华)

本文引用格式:孙国先,刘微丽,郑庆斌,等. PCT 与 SDI 比值对重症细菌性肺炎患者短期预后的预测价值[J]. *中国感染控制杂志*, 2022, 21(9): 885-890. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20222643.

Cite this article as: SUN Guo-xian, LIU Wei-li, ZHENG Qing-bin, et al. Predictive value of PCT/SDI ratio for short-term prognosis of patients with severe bacterial pneumonia[J]. *Chin J Infect Control*, 2022, 21(9): 885-890. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20222643.