



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.01.007
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2024.01.007
China Journal of General Surgery, 2024, 33(1):52-60.

· 专题研究 ·

基于入院指标的细菌性肝脓肿液化成熟度贝叶斯统计预测模型构建

王一鸣, 张誉, 李岩, 王海, 阿斯哈提·库万太, 陈凯

(新疆医科大学第五附属医院肝胆胰脾外科, 新疆乌鲁木齐 830000)

摘要

背景和目的: 脓肿的液化成熟度是影响细菌性肝脓肿 (PLA) 患者早期治疗、有创引流及预后康复的一个重要因素。在疾病早期能够有效诊断 PLA 并及时给予相应的评估与治疗是临床诊疗的重点和难点。目前, 国内外的诊疗策略是通过增强 CT、MRI 检查及手术情况确定脓肿性质, 缺乏快速确定脓肿性质的手段。本研究利用入院常规检查指标, 通过采用贝叶斯统计方法, 构建 PLA 液化成熟度的预测模型, 为 PLA 的早期诊断和治疗提供科学依据。

方法: 收集 2018 年 1 月—2022 年 12 月期间新疆医科大学第五附属医院收治的 116 例 PLA 患者资料。根据增强 CT、手术情况明确的脓肿成熟度, 将患者分完全液化组 (59 例) 与未完全液化组 (57 例), 比较两组患者入院常规检查指标和临床特征。对原始资料进行二分类, 经筛选后得出诊断价值较大的指标。采用贝叶斯统计法建立 PLA 液化成熟度预测模型, 并选取 2023 年 1 月—2023 年 11 月期间新疆医科大学第五附属医院接诊的 23 例 PLA 患者对模型进行验证, 并生成受试者工作曲线 (ROC) 评估本预测模型的预测效能。

结果: 筛选结果显示, 发病时间、白细胞计数、中性粒细胞计数、中性粒细胞百分比、中性粒细胞与淋巴细胞比值、血小板计数、血清降钙素原、天门冬氨酸氨基转移酶、平扫 CT 值等因素与 PLA 的脓肿液化成熟度明显相关 (均 $P < 0.05$); 经 ROC 曲线验证, 基于以上指标构建的贝叶斯统计预测模型的敏感度为 90.0%、特异度为 84.6%、正确率为 87.3%。

结论: 所构建的 PLA 液化成熟度贝叶斯统计预测模型能够快速有效地明确脓肿性质。在疾病早期根据体征不排除 PLA 时即可根据入院常规检查指标和临床特征进行使用, 具有良好的敏感度和特异度。

关键词

肝脓肿, 化脓性/诊断; 贝叶斯定理; 液化程度

中图分类号: R657.3

Construction of a Bayesian statistical predictive model for the liquefaction degree of pyogenic liver abscess based on admission indexes

WANG Yiming, ZHANG Yu, LI Yan, WANG Hai, ASHAT·Kwantai, CHEN Kai

(Department of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, the Fifth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830000, China)

收稿日期: 2023-07-11; 修订日期: 2023-11-27。

作者简介: 王一鸣, 新疆医科大学第五附属医院硕士研究生, 主要从事肝胆胰脾外科方面的研究。

通信作者: 陈凯, Email: ck9507@163.com

Abstract

Background and Aims: The liquefaction degree of abscesses is a crucial factor affecting the early treatment, invasive drainage, and prognosis of patients with pyogenic liver abscesses (PLA). Effectively diagnosing PLA early and providing timely assessment and treatment are focal challenges in clinical practice. Currently, the diagnostic and treatment strategies both at home and abroad rely on enhanced CT scans, MRI examinations, and surgical conditions to determine the nature of abscesses, and there is a lack of rapid means to determine abscess characteristics. This study was conducted to construct a predictive model for the liquefaction maturity of PLA using routine admission examination indexes and the Bayesian statistical method to provide a scientific basis for the early diagnosis and treatment of PLA.

Methods: Data of 116 PLA patients admitted to the Fifth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University between January 2018 and December 2022 were collected. Patients were classified into a complete liquefied group (59 cases) and an incomplete liquefied group (57 cases) based on the abscess maturity confirmed by enhanced CT and surgical conditions. Comparison was made between the two groups regarding routine admission examination indexes and clinical characteristics. The original data was subjected to binary classification, and after screening, variables with significant diagnostic values were identified. The Bayesian statistical method was employed to establish a predictive model for the liquefaction degree of PLA. The model was validated using 23 PLA patients admitted to the Fifth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University from January 2023 to November 2023, and the ROC curve was generated to evaluate the model's predictive performance.

Results: Screening results revealed that factors such as onset time, white blood cell count, neutrophil count, neutrophil percentage, neutrophil-to-lymphocyte ratio, platelet count, procalcitonin, alanine aminotransferase, and plain CT values were significantly associated with the liquefaction degree of PLA (all $P < 0.05$). ROC curve validation demonstrated that the Bayesian statistical predictive model based on these variables had a sensitivity of 90.0%, specificity of 84.6%, and accuracy of 87.3%.

Conclusion: The constructed Bayesian statistical predictive model for the liquefaction degree of PLA can effectively and rapidly determine the nature of abscesses. It can be used in the early stages of the disease when PLA is not excluded based on routine examination indicators at admission and clinical features with good sensitivity and specificity.

Key words

Liver Abscess, Pyogenic/diag; Bayes Theorem; Liquefaction Degree

CLC number: R657.3

细菌性肝脓肿 (pyogenic liver abscess, PLA) 是目前临床上最为常见的肝脓肿类型, 是细菌侵入肝脏后引起的局部组织炎症及化脓性改变。PLA 好发于中老年男性, 多发于肝右叶。既往研究发现, PLA 在发达国家发病率较高, 而在发展中国家发病率则相对较低。近年来, 该病的流行病学发生重大转变, 在发展中国家该病发病率逐年升高。有研究表明, 目前 PLA 在亚洲地区的发病率约为 12~18 例/100 000 例。同时, PLA 的病死率约为 2.6%~9.6%^[1-6], 这与不同地区医疗水平有关。与几十年前相比, 东亚地区 PLA 的致病菌种发生了很大变化, 肺炎克雷伯菌代替了大肠埃希菌和葡萄球菌成为最常见的致病菌^[7-9]。

在治疗中, 脓肿引流和抗生素应用是治疗的基石^[10]。抗生素治疗可以根据病原学证据, 更精确地、有针对性地使用。因此, 针对 PLA 的病原学研究是目前的研究热点。此外, 能够在早期有效诊断 PLA 并及时进行病情评估是临床诊疗的重点和难点。

脓肿的液化成熟度是影响 PLA 早期治疗、有创引流及预后康复的一项重要因素。在国内外的诊疗策略中, 通过增强 CT、MRI 检查及手术情况能够确定脓肿性质^[11], 而常规 CT 与超声的评估效果相对较差, 所以在患者入院后短时间内, 缺乏快速确定脓肿性质的手段。

因此, 早期通过入院常规检查指标和临床特

征辅助预判 PLA 液化成熟度，对于患者治疗方案的制定及预后的改善有着重要的意义。目前，入院常规检查指标包括患者的一般情况，血常规、生化、感染、凝血等检验指标，以及胸腹部平扫 CT 等影像学检查。本研究利用入院常规检查指标，通过采用贝叶斯统计方法，构建 PLA 液化成熟度的预测模型，以期为 PLA 的早期诊断和治疗提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

研究对象为 2018 年 1 月—2022 年 12 月期间新疆医科大学第五附属医院确诊的 PLA 患者，共收集 116 例患者临床资料。其中，男性 74 例，女性 42 例；年龄范围 21~92 岁；BMI 范围 16~32 kg/m²；根据 PLA 的脓肿液化成熟度将其分为未完全液化组和完全液化组。未完全液化组患者 57 例，男性 37 例，女性 20 例，平均年龄 (61.6±16.0) 岁，平均 BMI (24.3±3.6) kg/m²；完全液化组患者 59 例，男性 37 例，女性 22 例，平均年龄 (63.8±15.3) 岁，平均 BMI (24.6±3.6) kg/m²。本研究入组标准：(1) 年龄>18 岁；(2) 符合《细菌性肝脓肿诊治急诊专家共识》^[12] 诊断标准；(3) 脓肿液化程度可通过增强 CT 及手术情况明确诊断。排除标准：(1) 患有阿米巴肝脓肿、结核性肝脓肿、感染性肝囊肿等的其他肝脓肿；(2) 合并其他影响相关症状及指标的严重基础疾病，如自身免疫疾病、血液疾病、肿瘤术后化疗状态等；(3) 治疗过程依从性差的患者；(4) 病历资料不全者。此外，选取 2023 年 1 月—2023 年 11 月期间新疆医科大学第五附属医院接诊的 23 例 PLA 患者作为验证组。本研究由新疆医科大学第五临床医学院伦理审查委员会审批 (批号：XYDWFYLSH-2023-013)。

1.2 观察指标及研究方法

(1) 入院一般情况：年龄、性别、症状、病情进展、发病时间、入院四测 (体温、脉搏、呼吸、血压)、全身炎症反应综合征 (systemic inflammatory response syndrome, SIRS) 及患者基础疾病等；(2) 入院常规实验室检查：血常规、肝功能、急性感染三项、凝血功能等；(3) 入院常规影像学检查：平扫 CT (脓肿大小、位置、数量、是否存在分隔及平均 CT 值) 等；(4) 病原学资料：血培养、脓液培养；(5) 治疗过程中的并发症：水电

解质紊乱、低蛋白血症及营养不良等；(6) 治疗方法：脓肿直径>50 mm 且脓肿液化，给予有创治疗 (手术或穿刺治疗)；未液化则单纯给予抗生素治疗；脓肿<50 mm 患者，只给予抗生素治疗。

患者预后根据出院前影像学资料及患者全身状态进行评估，主要包括：好转，病灶与入院相比减小、消失，且患者临床症状痊愈或减轻；未愈，病灶与入院相比无明显变化或增大，患者临床症状未减轻或加重；死亡，患者经治疗后未能好转并死亡。

1.3 统计学处理

应用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料用均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，采用 *t* 检验，不符合正态分布的计量资料用中位数 (四分位间距) [*M* (*IQR*)] 表示，采用 *Z* 检验；计数资料用例数 (百分比) [*n* (%)] 表示，采用 χ^2 检验 ($P<0.05$ 为差异有统计学意义)。筛选出与 PLA 的脓肿液化成熟度具有相关性的入院常规检查指标和临床特征，对其进行二分类，用 χ^2 法筛选后，以 $P<0.01$ 为有较大诊断价值，根据贝叶斯统计法计算该临床指标的条件概率 $S^{ij} [S^{ij}=S^{N1}/(S^{N1}+S^{N2})$ 或 $S^{N2}/(S^{N1}+S^{N2})]$ ，根据极大似然法将 $I^j(k) = \{ \lg[S^{ij}|D^k] + 1 \} * 10$ 作为临床指标对脓肿成熟度 D^k 的诊断指数 (保留整数位)^[13]；绘制受试者工作曲线 (receiver operating curve, ROC) 及校正曲线，评估模型预测能力。

2 结果

2.1 PLA 患者临床特征

临床表现：发热 77 例 (66.4%)，寒战 47 例 (40.5%)，腹痛 63 例 (54.3%)；实验室指标：白细胞计数升高 86 例 (74.1%)，中性粒细胞计数升高 98 例 (84.5%)，血小板计数降低 34 例 (29.3%)，血清 C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP) 升高 106 例 (91.4%)，血清降钙素原升高 107 例 (92.2%)，碱性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP) 升高 68 例 (58.6%)，白蛋白降低 79 例 (68.1%)，天门冬氨酸氨基转移酶 (aspartate aminotransferase, AST) 升高 66 例 (56.9%)，丙氨酸氨基转移酶 (alanine aminotransferase, ALT) 升高 68 例 (58.6%)，纤维蛋白原升高 66 例 (56.9%)；既往有肝胆手术史 29 例 (25.0%)。96 例 (82.8%) 患有基础疾病，57 例 (49.1%) 患糖尿病，47 例 (40.5%) 患胆道

感染;根据患者入院指标,有78例(67.2%)患者出现脓毒症,其中感染性休克9例(7.8%)。

2.2 脓肿未完全液化组与完全液化组入院临床特征比较

两组患者入院指标中,发病时间、白细胞计

数、中性粒细胞计数、中性粒细胞百分比、中性粒细胞与淋巴细胞比值(neutrophils to lymphocytes ratio, NLR)、血小板计数、CRP、血清降钙素原、AST、ALT、平扫CT值、伴有SIRS及患有糖尿病方面差异有统计学意义(均 $P<0.05$)(表1)。

表1 两组PLA患者入院临床指标比较

Table 1 Comparison of admission clinical indicators between two groups of PLA patients

项目	未完全液化组(n=57)	完全液化组(n=59)	$\chi^2/t/Z$	P
性别[n(%)]				
男	37(64.9)	37(62.7)		
女	20(35.1)	22(37.3)	0.061	0.805
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	61.6±16.0	63.8±15.3	0.956	0.731
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	24.3±3.6	24.6±3.6	0.396	0.693
发病至就诊时间[d, M(IQR)]	3(2~6)	5(3~10)	3.434	0.001
白细胞计数[10 ⁹ , M(IQR)]	15.630(11.850~19.255)	10.750(9.465~13.920)	4.381	0.001
中性粒细胞计数[10 ⁹ , M(IQR)]	13.915(10.083~16.520)	9.060(7.555~11.605)	4.712	0.001
中性粒细胞百分比[%], M(IQR)]	0.887(0.859~0.919)	0.828(0.775~0.888)	4.198	0.001
NLR [M(IQR)]	18.867(12.025~28.886)	9.650(6.257~17.574)	3.946	0.001
血小板计数[10 ⁹ , M(IQR)]	131(88~195.25)	202(135~290)	3.387	0.001
血清CRP [mg/L, M(IQR)]	150.40(108.15~200)	132.70(73.775~173.25)	2.233	0.026
血清降钙素原[ng/mL, M(IQR)]	7.375(2.515~33.100)	1.290(0.320~10.140)	3.065	0.002
ALP [IU/L, M(IQR)]	129.5(94.5~164.5)	134(88~207.75)	0.963	0.335
血清白蛋白(g/L, $\bar{x} \pm s$)	32.475±5.932	31.625±5.897	0.760	0.449
AST[U/L, M(IQR)]	64.5(42~111.75)	35(23~84)	2.616	0.009
ALT[U/L, M(IQR)]	68(34.75~133.25)	41(24~74)	2.616	0.009
血清总胆红素[μmol/L, M(IQR)]	24.500(14.825~37.825)	20.650(13.625~32.850)	1.062	0.288
凝血酶原时间[s, M(IQR)]	13.900(13.100~15.225)	13.700(12.600~14.800)	1.071	0.284
纤维蛋白原(g/L, $\bar{x} \pm s$)	5.278±1.540	5.578±1.494	0.176	0.861
平扫CT值[HU, M(IQR)]	30(28~33)	20(15~23)	8.362	0.001
高热(≥38.5 °C)[n(%)]				
有	29(50.9)	23(39.0)		
无	28(49.1)	36(61.0)	1.658	0.198
寒战[n(%)]				
有	26(45.6)	21(35.6)		
无	31(54.4)	38(64.4)	1.208	0.272
腹痛[n(%)]				
有	29(50.9)	34(57.6)		
无	28(49.1)	25(42.4)	0.532	0.466
SIRS[n(%)]				
有	46(80.7)	32(54.2)		
无	11(19.3)	27(45.8)	9.218	0.002
糖尿病[n(%)]				
有	21(36.8)	33(55.9)		
无	36(63.2)	26(44.1)	4.246	0.039
胆道疾病[n(%)]				
有	23(40.4)	24(40.7)		
无	34(59.6)	35(59.3)	0.001	0.971
既往肝胆手术史[n(%)]				
有	17(29.8)	12(21.0)		
无	40(70.2)	47(79.0)	1.391	0.238

2.3 PLA患者的影像学特征、并发症与治疗

在影像学特征中,单发脓肿105例,其中肝右叶87例、肝左叶17例、尾状叶1例;多发脓肿11例;脓肿内存在分隔有91例;直径>50 mm的有77例;脓腔内积气有8例。在治疗过程中,出现并发症有61例。其中,低蛋白血症50例,水电解质紊乱25例,肺部感染16例,胸腹盆腔积液14例,肝肾损伤9例,合并其他部位脓肿4例,肝脓肿破裂1例。在本研究中,所有患者均使用抗生素治疗,抗生素应用见图1。未完全液化组患者有23例行有创治疗,其中15例行腹腔镜下脓肿切开引流术,3例行肝部分切除术,5例行穿刺治疗;完全液化组患者有34例行有创治疗,其中25例行腹腔镜下脓肿切开引流术,5例行穿刺治疗,4例行腹腔镜下脓肿切开引流术+穿刺治疗;经检验有创治疗方式无明显统计学差异($\chi^2=3.462$, $P=0.063$)。116例患者中,好转有110例(94.8%),未愈2例(1.7%),死亡4例(3.5%)。



图1 抗生素应用

Figure1 Application of antibiotics

2.4 病原学结果

病原学检查包括血培养和脓液培养。共有62例进行血培养,其中27例阳性,阳性率为43.5%;47例进行脓液培养,其中28例阳性,阳性率为59.6%;有病原学证据的共51例,其中肺炎克雷伯菌38例,大肠埃希菌3例,葡萄球菌6例(其中1例为金黄色葡萄球菌),产酸克雷伯菌3例,铜绿假单胞菌1例;多种细菌感染有8例。在未完全液化组中,有肺炎克雷伯菌18例,大肠埃希菌2例,葡萄球菌3例(其中1例为金黄色葡萄球菌),产酸克雷伯菌2例,铜绿假单胞菌1例,多种细菌感染有4例;在完全液化组中,有肺炎克雷伯菌20例,

大肠埃希菌1例,葡萄球菌3例,产酸克雷伯菌1例,多种细菌感染有4例;经分析两组病原学差异无统计学意义($\chi^2=0.310$, $P=0.749$)。

2.5 临床指标筛选

筛选出与PLA的脓肿液化成熟度具有相关性的入院常规检查指标和临床特征,根据既往的临床研究将原始资料进行二分类后,用 χ^2 法筛选得出,发病至就诊时间是否>3 d、白细胞是否> $12 \times 10^9/L$ 、中性粒细胞计数是否> $10 \times 10^9/L$ 、中性粒细胞百分比是否>0.85、NLR>10、血小板计数是否< $120 \times 10^9/L$ 、降钙素原是否>2 ng/mL、AST是否>40 U/L、平扫CT值是否>25 HU与脓肿液化成熟度具有相关性(均 $P<0.01$),有较大的诊断价值,可构建预测模型。

2.6 构建贝叶斯预测模型

贝叶斯判别结果依据后验概率的大小而决定,后验概率的大小取决于先验概率与似然函数的乘积,而似然函数的大小取决于相关条件概率,假定组内先验概率相等,即可认为后验概率的大小取决于相关条件概率,则可认为条件概率可代替后验概率^[13]来评估患者脓肿液化成熟度。此时,通过贝叶斯统计分析获取条件概率,用极大似然法处理有关入院常规检查指标和临床特征的条件概率 $[P(S_{i,j}|D_k)]$ 后,即可得到相关临床指标的诊断指数 $[I_{ij}(k)]$ (表2)。经计算后,先验概率=组例数/总例数,则未完全液化组先验概率为0.491,完全液化组先验概率为0.509。似然函数即为某一临床指标和症状在各种脓肿性质的情况下发生该情况的可能,简单来说即为出现该情况后所有相关条件概率的乘积。所以可以认为上述建模条件成立,建立预测模型。模型使用方法:取与患者入院常规检查指标和临床特征符合的两组诊断指数相加,最终比较两组诊断指数之和的大小,较大者即可判定为最终诊断。

2.7 PLA液化成熟度预测模型量表的临床应用效果

23例验证组PLA患者根据本模型的预测结果为脓肿完全液化13例、未完全液化10例;实际结果为完全液化12例、未完全液化11例;经ROC曲线验证,本模型量表敏感度为90.0%,特异度为84.6%,Youden指数为0.746,正确率为87.3%,提示本模型临床预测效果较好(图2)。

表2 PLA液化成熟度贝叶斯统计预测模型
Table 2 Bayesian statistical prediction model for liquefaction maturity of PLA

临床指标	条件概率		诊断指数	
	未完全液化	完全液化	未完全液化	完全液化
发病至就诊时间(d)				
>3	0.386 0	0.678 0	6	8
≤3	0.614 0	0.322 0	8	5
白细胞计数(10 ⁹ /L)				
>12	0.754 4	0.333 3	9	5
≤12	0.245 6	0.666 7	4	8
中性粒细胞计数(10 ⁹ /L)				
>10	0.750 0	0.368 4	9	6
≤10	0.250 0	0.631 6	4	8
中性粒细胞百分比(%)				
>85	0.803 6	0.403 5	9	6
≤85	0.196 4	0.596 5	3	8
NLR				
>10	0.836 4	0.491 2	9	7
≤10	0.163 6	0.508 8	2	7
血小板计数(10 ⁹ /L)				
<120	0.425 9	0.193 0	6	3
≥120	0.574 1	0.807 0	8	9
血清降钙素原(ng/mL)				
>2	0.777 8	0.421 1	9	6
≤2	0.222 2	0.578 9	3	8
AST(U/L)				
>40	0.759 3	0.527 3	9	7
≤40	0.240 7	0.472 7	4	7
平扫CT值(HU)				
>25	0.923 1	0.035 1	10	-5
≤25	0.076 9	0.964 9	-1	10

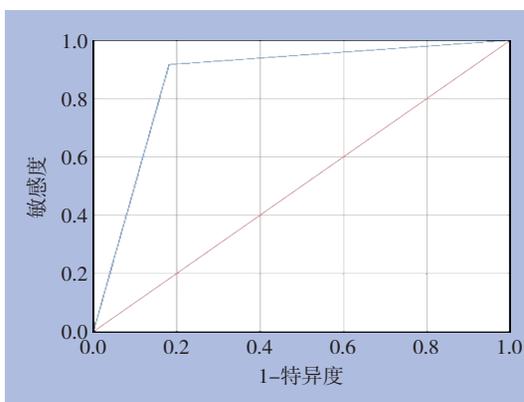


图2 PLA液化成熟度预测模型的ROC曲线

Figure 2 ROC curve of prediction model for liquefaction maturity of PLA

3 讨论

3.1 PLA液化成熟度对手术及预后的影响

PLA是多种类型的细菌侵入肝脏后引起的局部组织炎症及化脓性改变,是临床上最常见的肝脓肿类型。对于PLA的治疗,抗生素可单独应用于脓肿较小的患者,但对于脓肿较大且吸收缓慢的患者,穿刺或手术治疗能更有效地促进患者的康复^[14]。

PLA的液化成熟度影响着穿刺及手术治疗的成功率,并且影响着患者的住院时间及预后水平。如果在疾病早期不能及时给予恰当的治疗,脓肿不能在短时间内自限,而较长时间处于不完全液化状态,长时间的炎症反应将影响患者的肝肾功能,并可能诱发急性肝肾功能衰竭^[15]。此时,长

期炎症刺激导致患者身体处于营养消耗状态，可能诱发营养不良、低蛋白血症、水电解质紊乱及贫血等并发症，影响患者手术时机选择、治疗时间及预后质量。并且对于未完全液化患者，抗生素应用时间将会延长，更易导致耐药菌的形成。

PLA在未完全液化时，病情进展迅速，极易发展为重症感染。在PLA急性期，肝内病灶仍处于急性炎症期改变，脓肿壁尚未形成，由于肝脏血供丰富，此时细菌及毒素极易入血，一旦进展很快会发展为脓毒血症，甚至感染性休克。在齐文旗等^[16]研究中，急诊收治PLA患者有73.1%会进展为脓毒血症，与本研究结果相差不大，并且绝大多数会进展为重度脓毒症。这可能是由于PLA早期临床特征不够典型且病情进展快，但患者对本病临床特征不够重视而拖延病情、延迟就诊，从而使临床医师不能够早期诊断并给予治疗导致的。PLA在未完全液化的情况下合并脓毒血症时病情凶险，且此时由于不能进行外科干预导致病情迁延，同时炎性病灶通过长期释放大量炎症因子^[17]，导致患者出现感染性休克症状，危及患者生命。在本研究中，88.9%的感染性休克患者来源于脓肿未完全液化且伴有脓毒症的患者中。因此，早期治疗应以控制感染、抑制炎症反应为主，如合并休克症状应同时积极给予抗休克治疗。

综上，早期诊断与评估PLA的脓肿性质并及时制定合理的治疗方案对于改善本病预后至关重要^[14]。

3.2 提示PLA液化成熟度的相关指标

PLA的液化成熟度与其局部病灶发展的过程息息相关。与PLA液化成熟度有相关性的指标，同时能够提示患者的感染程度及病情进展，这可能是由于在脓肿形成过程中，未完全液化时的感染灶继续向周围侵蚀，并向持续血液中释放内毒素等，从而引起患者感染加重；而晚期脓肿自限后感染灶被局限所导致的。

免疫系统在PLA形成过程中扮演重要角色。在肝脏遭受细菌入侵时，中性粒细胞首先做出反应，进行增殖活化并随循环系统迁移至病灶部位^[18]，通过吞噬病原体、释放相关细胞因子及炎症介质，激活特异性免疫细胞^[19]来进行相关免疫活动，继而杀灭外来病原体。但部分病原菌通过特异性毒力因子能够与免疫系统对抗^[20]，并在对抗过程中加重肝脏损伤；同时免疫反应也能刺激

另一部分病原菌进行复制，进一步导致自身的肝脏组织损伤并促进脓肿的形成^[18,21]，从而导致肝脏功能及凝血功能异常。在早期炎症反应后，机体大量释放抑炎因子，从而诱导机体内的淋巴细胞凋亡^[22]；与此同时，病原体与毒素由肝脏病灶入血，导致脓毒症。毒素可直接抑制骨髓造血功能，并通过影响凝血功能造成血小板破坏，从而导致血小板含量降低^[23]；此时感染剂量的升高通过正反馈机制调控免疫反应^[24]，加重全身炎症反应，并促进病原菌对肝脏组织的进一步破坏，这可能是本病进展迅速的原因之一。

NLR结合了免疫系统中的先天性免疫应答和适应性免疫应答，能够提示患者自身的免疫状态，并且该指标被证明可以诊断菌血症和脓毒症^[25]。在国外一项前瞻性研究^[26]中，NLR与脓毒症严重程度有相关性，且特异度较高，这表明该指标能够对PLA的感染程度及早期脓毒症进行评估。在本研究中，两组的NLR差异有统计学意义($Z=3.946$, $P<0.05$)，可以认为本指标与脓肿液化成熟度有一定相关性，一定程度上能够辅助临床医师进行对脓肿性质与病情进展进行评估。在既往的研究中，血小板计数减少提示患者病情严重程度及预后不良^[27-28]。在本研究中，在PLA早期脓肿未完全时血小板减少更为常见，这提示急性期感染重，肝脏受损后血小板生成素生成减少^[29]，影响血小板的再生功能。降钙素原是由甲状腺C细胞生成，是一种不受体内激素水平影响的可溶性糖蛋白，在机体受到细菌感染后血清降钙素原水平升高，因此常作为感染程度的评判指标^[30]。刘慧琳等^[31]指出，血清降钙素原与老年脓毒症患者的预后密切相关。在流行病学研究中PLA多见于老年男性，因此血清降钙素原能够较好地评判PLA的炎症进展及预后，与本研究的结果相一致。

本研究为回顾性研究。优点在于本研究所用到的指标均为入院指标，能够快捷、经济、有效地明确脓肿性质，操作简便；缺点是在回顾性研究中收集资料可能存在偏倚，且本研究为单中心研究，样本量较少，需在今后由多中心大样本临床研究来证实。

综上所述，本研究构建的PLA液化成熟度贝叶斯统计预测模型能够快速有效地明确脓肿性质。在疾病早期根据体征不排除PLA时，即可根据入院常规检查指标和临床特征进行使用，具有良好

的敏感度和特异度。能够为PLA的临床诊断和治疗提供科学依据。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明:陈凯参与了研究方案设计;张誉、李岩、王海、阿斯哈提·库万太负责数据收集;王一鸣负责分析数据、撰写论文。所有作者均同意对工作各方面负责。

参考文献

- [1] Chen YC, Lin CH, Chang SN, et al. Epidemiology and clinical outcome of pyogenic liver abscess: an analysis from the National Health Insurance Research Database of Taiwan, 2000–2011[J]. *J Microbiol Immunol Infect*, 2016, 49(5): 646–653. doi: 10.1016/j.jmii.2014.08.028.
- [2] Zimmermann L, Wendt S, Lübbert C, et al. Epidemiology of pyogenic liver abscesses in Germany: analysis of incidence, risk factors and mortality rate based on routine data from statutory health insurance[J]. *United European Gastroenterol J*, 2021, 9(9): 1039–1047. doi:10.1002/ueg2.12132.
- [3] Mukthinthalapati VVPK, Attar BM, Parra-Rodriguez L, et al. Risk factors, management, and outcomes of pyogenic liver abscess in a US safety net hospital[J]. *Dig Dis Sci*, 2020, 65(5):1529–1538. doi: 10.1007/s10620-019-05851-9.
- [4] 闫巍, 李智伟. 细菌性肝脓肿的流行病学及临床诊治进展[J]. *国际流行病学传染病学杂志*, 2023, 50(1):14–18. doi:10.3760/cma.j.cn331340-20221110-00238.
Yan W, Li ZW. Progress in epidemiology and clinical diagnosis and treatment of pyogenic liver abscess[J]. *International Journal of Epidemiology and Infectious Disease*, 2023, 50(1): 14–18. doi: 10.3760/cma.j.cn331340-20221110-00238.
- [5] Lardièrre-Deguelte S, Ragot E, Amroun K, et al. Hepatic abscess: diagnosis and management[J]. *J Visc Surg*, 2015, 152(4):231–243. doi:10.1016/j.jvisurg.2015.01.013.
- [6] Ghosh S, Sharma S, Gadpayle AK, et al. Clinical, laboratory, and management profile in patients of liver abscess from northern India[J]. *J Trop Med*, 2014, 2014: 142382. doi: 10.1155/2014/142382.
- [7] 王德生, 徐兵, 王忠荣. 细菌性肝脓肿诊治的体会: 附325例临床分析[J]. *中国普通外科杂志*, 1994, 3(5):264–266.
Wang DS, Xu B, Wang ZR. The diagnosis and treatment of bacterial liver abscess—clinical analysis of 325 cases[J]. *China Journal of General Surgery*, 1994, 3(5):264–266.
- [8] Abbas MT, Khan FY, Muhsin SA, et al. Epidemiology, Clinical Features and Outcome of Liver Abscess: a single Reference Center Experience in Qatar[J]. *Oman Med J*, 2014, 29(4):260–263. doi: 10.5001/omj.2014.69.
- [9] Fazili T, Sharngoe C, Endy T, et al. Klebsiella pneumoniae Liver Abscess: An Emerging Disease[J]. *Am J Med Sci*, 2016, 351(3): 297–304. doi: 10.1016/j.amjms.2015.12.018.
- [10] Akhondi H, Sabih DE. Liver Abscess[A]// *StatPearls[M]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023.
- [11] Roediger R, Lisker-Melman M. Pyogenic and amebic infections of the liver[J]. *Gastroenterol Clin North Am*, 2020, 49(2): 361–377. doi:10.1016/j.gtc.2020.01.013.
- [12] 中华医学会急诊医学分会. 细菌性肝脓肿诊治急诊专家共识[J]. *中华急诊医学杂志*, 2022, 31(3):273–280. doi: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.03.003.
Emergency Medicine Branch of Chinese Medical Association. Expert consensus on diagnosis and treatment of bacterial liver abscess in emergency department[J]. *Chinese Journal of Emergency Medicine*, 2022, 31(3): 273–280. doi: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.03.003.
- [13] 周怀梧, 孙伟民. 临床计量学[M]. 上海: 上海医科大学出版社, 1999.
Zhou HW, Sun WM. *Clinical metrology[M]*. Shanghai: Shanghai Medical University Press, 1999.
- [14] 孙勇, 高翔宇. 经腹切开引流术与微创穿刺引流治疗细菌性肝脓肿的临床疗效和并发症比较[J]. *中国普通外科杂志*, 2014, 23(9): 1293–1295. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2014.09.028.
Sun Y, Gao XY. Comparison of clinical efficacy and complications between abdominal incision and drainage and minimally invasive puncture and drainage in the treatment of bacterial liver abscess[J]. *China Journal of General Surgery*, 2014, 23(9): 1293–1295. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2014.09.028.
- [15] Elmusa E, Raza MW, Orlando M, et al. Acute liver failure secondary to pyogenic hepatic abscess[J]. *Cureus*, 2023, 15(1): e34258. doi:10.7759/cureus.34258.
- [16] 齐文旗, 黄椿媚, 边帆, 等. 肝脓肿致脓毒血症的危险因素及早期诊断[J]. *中华急诊医学杂志*, 2019, 28(11): 1383–1389. doi: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.11.010.
Qi WQ, Huang CM, Bian F, et al. Risk factors and early diagnosis of sepsis caused by liver abscess[J]. *Chinese Journal of Emergency Medicine*, 2019, 28(11): 1383–1389. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.11.010.
- [17] Fang S, Li P, Zhu C, et al. Research progress of ulinastatin in the treatment of liver diseases[J]. *Int J Clin Exp Pathol*, 2020, 13(11): 2720–2726.
- [18] Hullahalli K, Dailey KG, Hasegawa Y, et al. Genetic and immune determinants of E. coli liver abscess formation[J]. *bioRxiv*, 2023.

- doi:10.1101/2023.06.11.543319. [Preprint]
- [19] Tang D, Wang H, Billiar TR, et al. Emerging mechanisms of immunocoagulation in sepsis and septic shock[J]. Trends Immunol, 2021, 42(6):508–522. doi:10.1016/j.it.2021.04.001.
- [20] Holmes CL, Wilcox AE, Forsyth V, et al. Klebsiella pneumoniae causes bacteremia using factors that mediate tissue-specific fitness and resistance to oxidative stress[J]. PLoS Pathog, 2023, 19(7): e1011233. doi:10.1371/journal.ppat.1011233.
- [21] Gorecki G, Cochior D, Moldovan C, et al. Molecular mechanisms in septic shock (Review)[J]. Exp Ther Med, 2021, 22(4):1161. doi:10.3892/etm.2021.10595.
- [22] Carvelli J, Piperoglou C, Bourenne J, et al. Imbalance of circulating innate lymphoid cell subpopulations in patients with septic shock[J]. Front Immunol, 2019, 10: 2179. doi: 10.3389/fimmu.2019.02179.
- [23] Vardon-Bouines F, Garcia C, Piton A, et al. Evolution of platelet activation parameters during septic shock in intensive care unit[J]. Platelets, 2022, 33(6): 918–925. doi: 10.1080/09537104.2021.2007873.
- [24] Hullahalli K, Dailey KG, Waldor MK. Innate immune responses yield tissue-specific bottlenecks that scale with pathogen dose[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2023, 120(37): e2309151120. doi: 10.1073/pnas.2309151120.
- [25] de Jager CP, van Wijk PT, Mathoera RB, et al. Lymphocytopenia and neutrophil-lymphocyte count ratio predict bacteremia better than conventional infection markers in an emergency care unit[J]. Crit Care, 2010, 14(5):R192. doi:10.1186/cc9309.
- [26] Drăgoescu AN, Pădureanu V, Stănculescu AD, et al. Neutrophil to lymphocyte ratio (NLR)-a useful tool for the prognosis of sepsis in the ICU[J]. Biomedicines, 2021, 10(1): 75. doi: 10.3390/biomedicines10010075.
- [27] 赵丽娜, 朱华栋, 李毅. 基于MIMIC-III数据库的血小板计数相关的列线图对重症患者预后的预测价值[J]. 中华急诊医学杂志, 2022, 31(1):78–84. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.01.015. Zhao LN, Zhu HD, Li Y. The prognostic value of platelet count related nomogram based on MIMIC-III database for critically ill patients[J]. Chinese Journal of Emergency Medicine, 2022, 31(1): 78–84. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.01.015.
- [28] 马勇, 高伟波, 朱继红. 细菌性肝脓肿患者发生血小板减少影响因素研究[J]. 中国全科医学, 2023, 26(17):2120–2124. doi:10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0742. Ma Y, Gao WB, Zhu JH. Risk factors of thrombocytopenia caused by pyogenic liver abscess[J]. Chinese General Practice, 2023, 26(17):2120–2124. doi:10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0742.
- [29] Kile BT. Aging platelets stimulate TPO production[J]. Nat Med, 2015, 21(1):11–12. doi:10.1038/nm.3780.
- [30] 肖京, 左方田, 贾明雅, 等. 血清降钙素原、胆碱酯酶、肌钙蛋白I水平对脓毒症患者病情和预后的评估价值[J]. 中国实用医刊, 2023, 50(3):26–29. doi:10.3760/cma.j.cn115689-20221021-05105. Xiao J, Zuo FT, Jia MY, et al. Value of levels of serum procalcitonin, cholinesterase and troponin I in the evaluation of severity and prognosis of sepsis patients[J]. Chinese Journal of Practical Medicine, 2023, 50(3): 26–29. doi: 10.3760/cma.j.cn115689-20221021-05105.
- [31] 刘慧琳, 傅义程, 郝靖欣, 等. 血清降钙素原水平和APACHE II评分对老年脓毒症患者预后的预测价值分析[J]. 中华危重病急救医学, 2023, 35(1):56–60. doi:10.3760/cma.j.cn121430-20221008-00877. Liu HL, Fu YC, Hao JX, et al. Value of serum procalcitonin and acute physiology and chronic health evaluation II score on predicting the prognosis of sepsis in elderly patients[J]. Chinese Critical Care Medicine, 2023, 35(1): 56–60. doi: 10.3760/cma.j.cn121430-20221008-00877.

(本文编辑 熊扬)

本文引用格式: 王一鸣, 张誉, 李岩, 等. 基于入院指标的细菌性肝脓肿液化成熟度贝叶斯统计预测模型构建[J]. 中国普通外科杂志, 2024, 33(1):52–60. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.01.007

Cite this article as: Wang YM, Zhang Y, Li Y, et al. Construction of a Bayesian statistical predictive model for the liquefaction degree of pyogenic liver abscess based on admission indexes[J]. Chin J Gen Surg, 2024, 33(1):52–60. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.01.007