

基于 Logistic 回归和 ROC 曲线评价外周血 PCT, CRP, NEU% 和 PLT 水平在血流感染中的联合预测价值

潘锡龙, 陈 丽, 梁利斯 (中山市东升医院检验科, 广东中山 528414)

摘要: **目的** 探讨降钙素原 (procalcitonin, PCT)、C-反应蛋白 (C-reactive protein, CRP)、中性粒细胞百分比 (neutrophil percentage, NEU%) 和血小板 (platelet, PLT) 在血流感染 (bloodstream infection, BSI) 中的联合预测价值。**方法** 收集 103 例 BSI 疑似患者常规指标 PCT, CRP, WBC, NEU% 和淋巴细胞百分比 (lymphocyte percentage, LYM%)、中性粒细胞/淋巴细胞 (neutrophils/lymphocytes, NEU/LYM) 和血培养的检测结果及临床诊断资料, 比较 BSI 者与非 BSI 者 PCT, CRP, WBC, NEU%, LYM% 和 NEU/LYM 水平差异, 将差异有统计学意义的指标纳入 Logistic 逐步回归, 建立在 BSI 中联合预测模型, 确定联合预测组合, 通过受试者工作特征曲线 (the receiver operating characteristic curve, ROC) 比较预测组合中单个指标与联合预测模型在 BSI 中的预测价值。**结果** BSI 者与非 BSI 者的 PCT, CRP, NEU%, LYM%, NEU/LYM 及 PLT 比较, 差异均有统计学意义 ($Z=4.006, 3.214, 2.030, 1.956, 1.966, 2.565$, 均 $P<0.10$), WBC 差异无统计学意义 ($Z=0.227, P>0.10$)。PCT, CRP, NEU%, LYM%, NEU/LYM 及 PLT 被纳入 Logistic 回归。经 Logistic 回归, PCT, CRP, NEU% 和 PLT 被纳入建模组合; 联合预测模型为 $\text{Logit } P = -4.890 + 1.877\text{PCT} + 1.345\text{CRP} + 1.650\text{NEU\%} + 1.610\text{PLT}$, 且 PCT, CRP, NEU% 和 PLT 的优势比 (OR) 分别为 6.5, 3.8, 5.2 和 5.0。PCT, CRP, NEU%, PLT 和联合预测模型的 ROC 曲线下面积 (area under ROC curve, AUC) 分别为 0.732, 0.686, 0.618, 0.649 和 0.859, 联合预测模型 AUC 均明显大于单一指标 AUC ($P<0.05$)。**结论** 在 BSI 疑似人群中, PCT, CRP, NEU% 和 PLT 的联合预测模型均比各指标单独应用时有更好的预测价值, 单独应用 PCT, NEU% 或 PLT 可协助初步识别 BSI, 使用联合预测模型进行综合判断可协助确认 BSI。

关键词: Logistic 回归; 受试者工作特征曲线; 生物标志物; 血流感染; 预测价值

中图分类号: R515.3; R446.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-7414 (2020) 06-119-06

doi: 10.3969/j.issn.1671-7414.2020.06.029

Evaluation of the Combined Predictive Value of Peripheral Blood PCT, CRP, NEU% and PLT Levels in Bloodstream Infection Based on Logistic Regression and ROC Curve

PAN Xi-long, CHEN Li, LIANG Li-si

(Department of Clinical Laboratory, Dongsheng Hospital of Zhongshan City, Guangdong Zhongshan 528414, China)

Abstract: Objective To investigate the combined predictive value of procalcitonin (PCT), C-reactive protein (CRP), neutrophil percentage (NEU%) and platelet (PLT) in bloodstream infection (BSI). **Methods** The results of PCT, CRP, WBC, NEU% and lymphocyte percentage (LYM%), neutrophils/lymphocytes (NEU/LYM) and blood culture and clinical diagnostic data of 103 suspected BSI patients were collected. The differences of PCT, CRP, WBC, NEU%, LYM% and NEU/LYM levels between BSI and non-BSI were analyzed. The detection indicators with significant differences between BSI and non-BSI were included in the logistic stepwise regression. The joint prediction model was established in BSI. The joint prediction portfolio was determined. The predictive value in BSI was compared between a single indicator in the prediction portfolio and the joint prediction model through the receiver operating characteristic curve (ROC). **Results** The PCT, CRP, NEU%, LYM%, NEU/LYM and PLT levels of BSI patients and non-BSI patients were significantly different ($Z=4.006, 3.214, 2.030, 1.956, 1.966, 2.565$, all $P<0.10$), but there was no significant difference in WBC levels ($Z=0.227, P>0.10$). PCT, CRP, NEU%, LYM%, NEU/LYM and PLT were included in the logistic stepwise regression. PCT, CRP, NEU% and PLT were included in the modeling portfolio by the logistic stepwise regression. The joint prediction model was $\text{Logit } P = -4.890 + 1.877\text{PCT} + 1.345\text{CRP} + 1.650\text{NEU\%} + 1.610\text{PLT}$. The odds ratios (OR) of PCT, CRP, NEU% and PLT were 6.5, 3.8, 5.2 and 5.0, respectively. The area under the ROC curve (AUC) of PCT, CRP, NEU%, PLT and the joint prediction model were 0.732, 0.686, 0.618, 0.649 and 0.859, respectively. The AUC of the joint prediction model was significantly greater than that of the single indicator ($P<0.05$). **Conclusion** In the suspected BSI

作者简介: 潘锡龙 (1980-), 男, 大学本科, 副主任技师, 主要从事实验室质量管理及诊断指标应用, E-mail: panxilong_houlin@126.com。

population, the combined prediction models of PCT, CRP, NEU% and PLT were better than those of each indicator when applied alone. Application of PCT, NEU% or PLT alone is helpful for initial identification of BSI. The application of the joint prediction model to comprehensive judgment is helpful to confirm BSI.

Keywords: logistic regression; receiver operating characteristic curve; biomarker; bloodstream infection; predictive value

血流感染 (bloodstream infection, BSI) 具有起病急、病情进展快、病情严重、死亡率高的特征^[1-2], 及早诊断和治疗对改善预后和降低死亡率至关重要^[3-4]。血培养是 BSI 诊断金标准, 但时间过长, 无法及早做出诊断。分子生物学技术可快速诊断, 但其实验室开展条件苛刻、生产成本低, 不利于推广^[5]。单一生物标志物检测, 虽时间短但敏感度或特异度不理想^[6]。因此, 寻求简便、快速、有效的 BSI 诊断手段, 成为实验室多年来共同努力的一个目标。本研究目的是应用 Logistic 回归构建降钙素原 (procalcitonin, PCT)、C-反应蛋白 (C-reactive protein, CRP)、中性粒细胞百分比 (neutrophil percentage, NEU%) 和血小板 (platelet, PLT) 在细菌性 BSI 中联合预测模型, 研究其在 BSI 早期诊断中的临床价值。

1 材料与方法

1.1 研究对象 采用回顾性分析, 选取 2019 年 1 月~2020 年 3 月中山市东升医院同时进行 PCT, CRP, 血细胞检测及血培养的疑似 BSI 者 103 例。其中, 血培养阳性、临床诊断为 BSI 者 43 例 (即 BSI 组), 男女比例为 25:18, 年龄 59.7 ± 15.3 岁; 血培养阴性的临床诊断为非 BSI 者 60 例 (即非 BSI 组), 其中男女比例为 39:21, 年龄 62.6 ± 19.0 岁。BSI 组与非 BSI 组的人口学特征、基础疾病等一般临床资料匹配 ($P>0.05$)。排除标准: ①年龄小于 18 岁; ②临床资料及检测数据不完整者; ③ PCT, CRP, 血细胞检测与血培养的时间差 >4 h; ④对同一患者住院期间多次重复 PCT, CRP, 血细胞检测、血培养情况, 如非血流感染者只纳入第 1 次结果, 如血流感染者只纳入第 1 次血培养阳性时结果; ⑤伴自身免疫缺陷或应用免疫调节治疗者、恶性肿瘤、孕妇及哺乳期妇女等。本研究对所涉及病人资料保密, 经医院伦理委员会备案。

1.2 仪器与试剂 使用南京基蛋生物 Getein1600 荧光免疫分析系统检测血清 PCT; 使用迈瑞 BC-5390 CRP 血液分析系统进行外周全血细胞计数和 CRP 检测, 执行国际血液学复检专家组推荐的 41 条自动 CBC 和 DC 复检规则^[7]; 按照血培养操作规范^[8], 执行双侧双套原则, 使用美国 BD 公司 BACTEC 9050 血培养系统、江门凯林哥伦比亚血平板和梅里埃 ATB 细菌鉴定系统进行血培养。

1.3 研究方法 ①收集病人 PCT, CRP, 白细胞 (white blood cells, WBC), NEU%, 淋巴细胞百分

比 (percentage, LYM%), 中性粒细胞与淋巴细胞比值 (neutrophils/lymphocytes, NEU/LYM), PLT, 血培养的检测结果和临床资料。②比较 BSI 组与非 BSI 组的 PCT, CRP, WBC, NEU%, LYM%, NEU/LYM 及 PLT 的组间差异 (即单因素分析)。③将单因素分析中差异有统计学意义的指标作为自变量, 将是否为 BSI 作为因变量, 进行 Logistic 回归: 首先作回归适用条件验证 (连续性自变量与因变量 log 转换值是否存在线性关系、自变量之间是否存在多重共线性); 验证通过后绘制单变量在 BSI 中受试者工作特征曲线 (the receiver operating characteristic curve, ROC) 并以最佳 cutoff 值作为临界点进行二分类转换, 然后进行多变量二项 Logistic 逐步回归构建联合预测模型 (变量筛选设定 $a_{\text{入}}=0.10$, $a_{\text{出}}=0.15$), 如有离群点作去除后重新回归; 进行回归系数 (b) 检验、模型拟合优度检验、优势比 (OR) 分析。④绘制联合预测模型 ROC 曲线, 比较单变量 (即单一指标) 与多变量联合 (多指标联合) 预测模型 ROC 曲线下面积 (area under ROC curve, AUC), 分析联合预测模型的临床价值。

1.4 统计学分析 非正态分布计量资料以中位数 [$M(P_{25}, P_{75})$] 表示及组间差异比较采用 Mann-Whitney U 检验, $P<0.10$ 为差异有统计学意义; 采用 Box-Tidwell 检验连续性单变量与因变量 log 转换值线性关系, $P>0.05$ 为存在线性关系; 通过线性回归获得容忍度 >0.10 或方差膨胀因子 <10.0 为不存在多重共线性; 以 >3.0 倍标准差为离群点; Hosmer-Lemeshow 检验模型拟合优度, 以 $P>0.05$ 为拟合优度高; 采用 Wald 检验回归系数 b, $P<0.05$ 为差异有统计学意义; AUC 比较采用单一变量的 Z 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。数据统计分析应用 SPSS19.0, Medcalc 15.0 软件处理。

2 结果

2.1 单变量分析 见表 1。BSI 组与非 BSI 组的 PCT, CRP, NEU%, LYM%, NEU/LYM 及 PLT 比较, 差异均有统计学意义 (均 $P<0.10$), WBC 差异无统计学意义 ($P>0.10$)。

2.2 多变量二项 Logistic 回归 见表 2, 表 3。连续性自变量与因变量 log 转换值存在线性关系, 自变量间不存在多重共线性, 不存在离群点。Logistic 逐步回归显示: LYM% ($a=0.314$) 和 NEU/LYM ($a=0.413$) 被拒绝纳入回归, PCT, CRP, NEU%, PLT 分别与 BSI 的发生独立相关,

联合预测模型拟合优度高 ($P=0.587$), 所有回归系数 b 有统计学意义, 模型表达式为 $\text{Logit}P=-4.890+1.877\text{PCT}+1.345\text{CRP}+1.650\text{NEU\%}+1.610\text{PLT}$

LT。PCT, CRP, NEU% 和 PLT 的 OR 分别为 6.534, 3.837, 5.208 和 5.003。

表1 BSI组与非BSI组PCT, CRP, NEU%, LYM%, NEU/LYM, PLT和WBC水平的组间差异分析 [M(P₂₅, P₇₅)]

检测指标	非BSI组	BSI组	Mann-Whitney U 检验	
			Z	P
PCT (ng/ml)	0.79 (0.09, 10.94)	9.76 (2.69, 35.09)	4.006	0.000
CRP (mg/L)	62.85 (17.92, 112.35)	140.00 (57.79, 192.83)	3.214	0.001
WBC ($\times 10^9/L$)	12.75 (6.74, 18.26)	10.46 (8.69, 14.60)	0.227	0.820
NEU%	83.25 (74.90, 89.50)	87.70 (82.23, 91.15)	2.030	0.042
LYM%	11.15 (6.40, 17.05)	8.10 (4.53, 11.90)	1.956	0.051
NEU/LYM	7.27 (4.23, 13.93)	10.57 (6.77, 19.66)	1.966	0.049
PLT ($\times 10^9/L$)	192.5 (148.0, 300.0)	170.0 (104.0, 218.8)	2.565	0.010

表2 Logistic回归自变量与因变量logit转换值线性、自变量间多重共线性检验

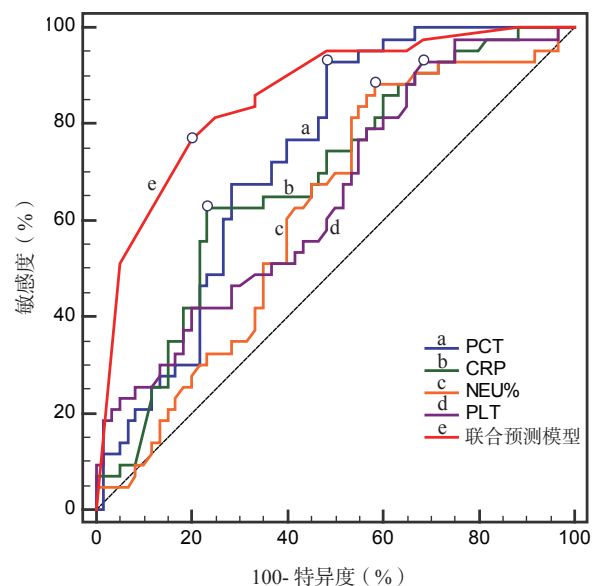
自变量	自变量与因变量logit转换值线性		自变量间多重共线性	
	Wald值	P	容忍度	方差膨胀因子
PLT	0.359	0.549	0.839	1.192
CRP	1.512	0.219	0.826	1.211
NEU%	0.081	0.776	0.317	3.153
LYM%	1.432	0.231	0.288	3.478
NEU/LYM	2.168	0.141	0.755	1.324
PLT	0.026	0.872	0.887	1.127

表3 多变量二项 Logistic 回归分析

自变量	回归系数		OR (95%CI)
	b值	P	
PCT	1.877	0.008	6.534 (1.643 ~ 25.985)
CRP	1.345	0.010	3.837 (1.375 ~ 10.705)
NEU%	1.650	0.010	5.208 (1.475 ~ 18.388)
PLT	1.610	0.022	5.003 (1.285 ~ 19.895)
常数	-4.890	0.000	-

注: 95%CI为95%置信区间。

2.3 PCT, CRP, NEU%, PLT及联合预测模型在BSI中诊断性能 见表4和图1。在BSI中, PCT, CRP, NEU%, PLT及其联合预测模型的敏感度和特异度分别为93.02%, 62.79%, 88.37%, 93.02%, 76.74%和51.67%, 76.67%, 41.67%, 31.67%, 80.00%。PCT, CRP, NEU%, PLT及其联合预测模型的AUC分别为0.732, 0.686, 0.618, 0.649和0.859, 联合预测模型AUC均明显大于单一指标AUC ($P<0.05$)。



注: 图中“○”表示最佳截断值所在位置, “---”表示参考线。

图1 PCT, CRP, NEU%, PLT及这4个指标联合预测模型在BSI中ROC曲线

表4 PCT, CRP, NEU%, PLT 及这4个指标联合预测模型在BSI中诊断性能

指标	Cutoff 值	敏感度 (%)	特异度 (%)	AUC (95%CI)
PCT (ng/ml)	0.82	93.02	51.67	0.732 (0.636 ~ 0.815) ^{ab}
CRP (mg/L)	112.7	62.79	76.67	0.686 (0.587 ~ 0.774) ^{ab}
NEU%	78.6	88.37	41.67	0.618 (0.517 ~ 0.712) ^{ab}
PLT ($\times 10^9/L$)	262.0	93.02	31.67	0.649 (0.548 ~ 0.740) ^{ab}
联合预测模型	0.50	76.74	80.00	0.859 (0.776 ~ 0.919) ^a

注: 95%CI 为 95% 置信区间; a 表示 AUC 与 0.5 比较, $P < 0.05$; b 表示单一指标与联合预测模型的 AUC 比较, $P < 0.05$ 。

3 讨论

Logistic 回归在诊断指标应用方面具有以下优点^[9-10]: ①能消除各指标间的混杂因素。② Logistic 回归模型对多个分类自变量进行拟合后新生成的联合预测因子能优化提高 ROC 曲线光滑度和工作性能。③对具体某个患者, 在获得各指标检测数据后通过方程求得预测概率, 并与模型的临界值(cutoff)比较, 得到倾向性诊断。这种基于临床数据建模的方式更符合循证医学思想, 是对临床医生经验性判断的一个重要补充, 尤其是当指标与指标之间出现矛盾的诊断方向时应用联合模型判断能很好解决。然而, 目前应用 Logistic 回归对常规指标^[11]在成年人 BSI 中联合预测价值进行评价的报道比较罕见, 故本文展开这方面探讨。

本研究发现 BSI 人群 PCT, CRP, NEU%, NEU/LYM 表现较高水平和 PLT 表现较低水平。除 WBC 外, PCT, CRP, NEU%, LYM%, NEU/LYM 和 PLT 在 BSI 人群中水平表现与国内外相关报道^[12-13]相似。众所周知重度感染时外周血 WBC 计数可出现显著升高或下降等不同表现, WBC 在区别感染严重程度时存在一定缺点, 在本文中得到了验证。在单因素差异分析时, 为了避免漏掉一些重要因素, 本研究将 P 值放宽到 0.10, 并得到将 PCT, CRP, NEU%, LYM%, NEU/LYM, PLT 纳入 Logistic 逐步回归。因为本研究同样关注自变量对因变量的影响程度(即权重或优势比 OR), 故将连续性自变量进行二分类转换, 最终得到具有预测意义的由 PCT, CRP, NEU%, PLT 形成的联合预测模型。在 BSI 疑似人群中, 当 PCT 高于 0.82 ng/ml 时 BSI 发生风险增加 6.5 倍, 当 NEU% 高于 78.6 时 BSI 发生风险增加 5.2 倍, 当 PLT 低于 $262 \times 10^9/L$ 时 BSI 发生风险增加 5.0 倍, 当 CRP 高于 112.7 mg/L 时 BSI 发生风险增加 3.8 倍。预测权重(即 OR)由大到小的自变量依次为 PCT, NEU%, PLT, CRP。李旻等^[14]人指出 PCT, CRP 与 BSI 相关且 PCT 预测权重大于 CRP, 而 NEU, PLT 则与 BSI 无关, 与本研究有一定差别, 可能与研究人群和建模组合指标不同有关, 也可能与

研究人群的划分不同有关, 值得进一步探讨。虽然本研究与相关报道^[15]均表明 BSI 与非 BSI 人群 LYM% 水平差异有统计学意义、与相关报道^[15-16]均表明 BSI 与非 BSI 人群 NEU/LYM 水平差异有统计学意义, 但本研究通过 Logistic 回归建模后却发现 LYM%, NEU/LYM 不被作为有意义的指标, 可见即便是在单因素分析时差异有统计学意义的指标也不一定被纳入预测模型中。另外, 基于研究方法不同, 本研究与相关研究^[15,17-18]的研究结果也存在一定差异。卢仁泉^[19]等人间接指出在联合多个指标对疾病进行协助诊断时应对这些指标进行科学组合和应用 Logistic 回归建模, 并兼顾模型敏感度和特异度、确定 cutoff 值, 以达到最佳诊断效果, 而且指出利用 Logistic 回归建模的方法是未来发展方向, 具有广阔应用前景。冯磊等^[20]人研究也表明 Logistic 回归可提高分析结果的可靠性和有效性。

本研究发现, 联合预测模型、PCT 均具有一定识别和鉴别 BSI 的综合能力(即整体诊断效能, AUC 均 > 0.70), 而 CRP, NEU%, PLT 的整体诊断准确性则相对较低(AUC 均 < 0.70), 其中联合预测模型均比任一指标单独应用时的整体诊断性能都要好。显然, 通过 Logistic 回归建立联合模型能得到具有更佳的 BSI 预测效果, 其诊断能力较应用单一指标时显著提升。PCT, NEU%, PLT 和联合预测因子具有较好的 BSI 识别能力(敏感度), CRP 和联合预测因子具有较好的 BSI 鉴别能力(特异度), 尤其是在各指标联合后具有更好的特异度。鉴于此, 在 BSI 疑似人群中可先参考 PCT, NEU%, PLT 检测数据进行协助初筛, 然后使用预测模型进行协助确认。本研究还发现 PCT 在联合建模中的权重和单独应用时的整体诊断性能(即 AUC)均最大, 与相关报道^[14-15,17-18,21]相似, 在协助 BSI 诊断时 PCT 是一个相对较好的指标。

综上所述, WBC, LYM% 或 NEU/LYM 单独应用时对 BSI 的预测意义不大, PCT, NEU%, PLT 或 CRP 单独应用时对 BSI 有一定预测价值, 其中 PCT 预测价值最大。PCT, CRP, NEU% 和 PLT 的联合预测模型均比各指标单独应用时有更好

的BSI预测价值。单独应用PCT, NEU%或PLT可协助初步识别BSI, 使用联合预测模型进行综合判断可协助确认BSI。本研究不足之处是未对所建模型进行验证, 往后将纳入更多临床病例进一步验证或完善模型。

参考文献:

- [1] 周梦兰, 杨启文, 于淑颖, 等. 血流感染流行病学研究进展[J]. 中国感染与化疗杂志, 2019, 19(2): 212-217.
ZHOU Menglan, YANG Qiwen, YU Shuying, et al. Updates on the epidemiology of bloodstream infection[J]. Chinese Journal of Infection and Chemotherapy, 2019, 19(2): 212-217.
- [2] YANG Zuyao, ZHAN Siyan, WANG Bo, et al. Fatality and secular trend of bloodstream infections during hospitalization in China: a systematic review and meta-analysis[J]. Journal of Peking University Health Sciences, 2010, 42(3): 304-307.
- [3] 凌利芬, 陆学东, 汤一苇. 血流感染的实验室诊断进展研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2018, 28(14): 2234-2240.
LING Lifeng, LU Xuedong, TANG Yiwei. Advances in laboratory diagnosis of bloodstream infections[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2018, 28(14): 2234-2240.
- [4] LEVY M M, DELLINGER R P, TOWNSEND S R, et al. The surviving sepsis campaign: results of an international guideline-based performance improvement program targeting severe sepsis[J]. Critical Care Medicine, 2010, 38(2): 367-374.
- [5] 王铁山, 苏建荣. 分子诊断学在细菌和真菌的血流感染检测中的应用[J]. 现代检验医学杂志, 2014, 29(3): 1-5.
WANG Tieshan, SU Jianrong. Clinical application of molecular diagnostics in detecting bloodstream infections of bacterial and fungal pathogens[J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2014, 29(3): 1-5.
- [6] 郭建, 吴文娟. 血流感染分子诊断的研究进展[J]. 检验医学, 2014, 29(6): 584-589.
GUO Jian, WU Wenjuan. The research progress in the molecular diagnosis of blood stream infection[J]. Laboratory Medicine, 2014, 29(6): 584-589.
- [7] BARNES P W, MCFADDEN S L, MACHIN S J, et al. The international consensus group for hematology review: suggested criteria for action following automated CBC and WBC differential analysis[J]. Laboratory hematology, 2005, 11: 83-90.
- [8] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. WS/T 503-2017 临床微生物实验室血培养操作规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health Commission of the People's Republic of China. WS/T 503-2017 Operating procedures of blood culture for clinical microbiology laboratory[S]. Beijing: China Standards Press, 2017.
- [9] 段立伟, 张晟, 林兆奋. 以 logistic 回归模型构建联合预测因子对脓毒症诊断及预后判断的临床运用[J]. 中华危重病急救医学, 2017, 29(2): 139-144.
DUAN Liwei, ZHANG Sheng, LIN Zhaofen. Formulation of combined predictive indicators using logistic regression model in predicting sepsis and prognosis[J]. Chinese Critical Care Medicine, 2017, 29(2): 139-144.
- [10] TRIPEPI G, JAGER K J, STEL V S, et al. How to deal with continuous and dichotomic outcomes in epidemiological research: linear and logistic regression analyses[J]. Nephron Clinical Practice, 2011, 118(4): C399-C406.
- [11] 张真路, 武利涛, 周新. 血流感染相关生物标志物的临床应用[J]. 中华检验医学杂志, 2014, 37(9): 719-720.
ZHANG Zhenlu, WU Litao, ZHOU Xin. Clinical application of biomarkers related to bloodstream infection[J]. Chinese Journal of Laboratory Medicine, 2014, 37(9): 719-720.
- [12] 徐远久, 鲁小龙, 温晓峰. 降钙素原和超敏C-反应蛋白在早期血流感染患者中的临床诊断价值[J]. 重庆医学, 2017, 46(34): 4836-4838.
XU Yuanjiu, LU Xiaolong, WEN Xiaozeng. Clinical value of procalcitonin and hypersensitive C-reactive protein in patients with early bloodstream infection[J]. Chongqing Medicine, 2017, 46(34): 4836-4838.
- [13] 宋丽娜, 令狐志宏, 于珊珊, 等. 降钙素原检测对血流感染的预测价值[J]. 中华实验外科杂志, 2019, 36(7): 1322.
SONG Lina, LINGHU Zhihong, YU Shanshan, et al. Predictive value of procalcitonin detection for bloodstream infection[J]. Chinese Journal of Experimental Surgery, 2019, 36(7): 1322.
- [14] 李旻, 赖惠英, 石婧, 等. 不同炎症因子对老年女性患者细菌性血流感染的早期诊断价值[J]. 中华老年医学杂志, 2018, 37(2): 192-196.
LI Min, LAI Huiying, SHI Jing, et al. The early diagnostic value of different inflammatory factors in elderly female patients with blood stream infection[J]. Chinese Journal of Geriatrics, 2018, 37(2): 192-196.
- [15] 吴琼, 李丽娟, 刘国梁, 等. 中性粒细胞/淋巴细胞比值联合降钙素原检测在血流感染诊断中的价值[J]. 检验医学, 2016, 31(10): 898-901.
WU Qiong, LI Lijuan, LIU Guoliang, et al. The value of neutrophil/lymphocyte ratio combined with procalcitonin in the diagnosis of bloodstream infection[J]. Laboratory Medicine, 2016, 31(10): 898-901.
- [16] 李若倩, 蒋清清, 马萍, 等. C反应蛋白和中性粒细胞/淋巴细胞比值对血流感染的诊断价值[J]. 检验医学, 2016, 31(10): 902-903.
LI Ruqian, JIANG Qingqing, MA Ping, et al. Diagnostic value of C-reactive protein and neutrophil/lymphocyte ratio in blood flow infection[J]. Laboratory Medicine, 2016, 31(10): 902-903.
- [17] 余潇, 胡海珍, 李小宁. 降钙素原、血小板计数联合检测对血流感染的诊断价值[J]. 检验医学与临床, 2019, 16(19): 2779-2781, 2786.
YU Xiao, HU Haizhen, LI Xiaoning. Diagnostic value of combined detection of procalcitonin and platelet count for bloodstream infection[J]. Laboratory Medicine and Clinic, 2019, 16(19): 2779-2781, 2786.
- [18] PAN Yaping, FANG Yaping, XU Yuanhong, et al. The diagnostic value of procalcitonin versus other biomarkers in prediction of bloodstream infection[J]. Clinical Laboratory, 2017, 63(2): 277-285.

- [19] 卢仁泉, 陈苗苗, 郭林. 肿瘤标志物联合检测及评分模型在肿瘤诊疗中的应用 [J]. 中华检验医学杂志, 2018, 41(3): 180-184.
LU Renquan, CHEN Miaomiao, GUO Lin. The application and prospect for the tumor marker score model in clinical diagnosis and therapy [J]. Chinese Journal of Laboratory Medicine, 2018, 41(3): 180-184.
- [20] 冯磊, 年士艳, 赵阳, 等. 不同分析策略下应用二分类 Logistic 回归进行疾病风险评估的结果差异性分析 [J]. 中华检验医学杂志, 2018, 41(3): 232-236.
FENG Lei, NIAN Shiyan, ZHAO Yang, et al. Difference analysis of results of disease risk assessment by using binary Logistic regression under different analysis strategies [J]. Chinese Journal of Laboratory Medicine, 2018, 41(3): 232-236.
- [21] 张婷, 丁爽, 李洪春, 等. 血清 PCT, CRP 及 NEU% 联合检测对细菌性血流感染的早期诊断价值 [J]. 现代检验医学杂志, 2014, 29(3): 75-77, 80.
ZHANG Ting, DING Shuang, LI Hongchun, et al. Early diagnostic value of combined detection of serum PCT, CRP and NEU% in patients with bacterial bloodstream infection [J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2014, 29(3): 75-77, 80.
- 收稿日期: 2020-06-15 修回日期: 2020-07-11
-
- (上接第 67 页)
- [4] O'BRIEN J, HAYDER H, ZAYED Y, et al. Overview of microRNA biogenesis, mechanisms of actions, and circulation [J]. Frontiers in Endocrinology, 2018, 9: 402.
- [5] SCHULTE C, KARAKAS M, ZELLER T. microRNAs in cardiovascular disease - clinical application [J]. Clinical Chemistry and Laboratory Medicine, 2017, 55(5): 687-704.
- [6] LI Zhuoling, WU Jia, WEI Weishi, et al. Association of serum miR-186-5p with the prognosis of acute coronary syndrome patients after percutaneous coronary intervention [J]. Frontiers in Physiology, 2019, 10: 686.
- [7] ZHANG Jungang, LI Yaxing, ZHAO Qingzhen. Circulating miR-23b as a novel biomarker for early risk stratification after ST-Elevation myocardial infarction [J]. Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research, 2018, 24: 1517-1523.
- [8] PILBROW A P, CORDEDDU L, CAMERON V A, et al. Circulating miR-323-3p and miR-652: candidate markers for the presence and progression of acute coronary syndromes [J]. International Journal of Cardiology, 2014, 176(2): 375-385.
- [9] 张梦轩, 张冬娜, 李雪, 等. 血清 IMA, H-FABP 与 hs-CRP 水平联合检测在 ACS 早期诊断中的应用研究 [J]. 现代检验医学杂志, 2019, 34(5): 16-18, 22.
ZHANG Mengxuan, ZHANG Dongna, LI Xue, et al. Application of combined detection of serum IMA, H-FABP and hs-CRP levels in early diagnosis of ACS [J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2019, 34(5): 16-18, 22.
- [10] 冯荣波, 李全培, 张远朝, 等. 高敏肌钙蛋白-I 在急性冠状动脉综合征中的表达及临床意义 [J]. 检验医学, 2019, 26(21): 144-146, 150.
FENG Rongbo, LI Quanpei, ZHANG Yuanchao, et al. The expression and clinical significance of high-sensitivity troponin-I in acute coronary syndrome [J]. Laboratory Medicine, 2019, 26(21): 144-146, 150.
- [11] 龚福汉, 肖小强, 张学平. 床旁联合检测 cTnI、NT-proBNP 在急性 NSTEMI 患者早期诊断中的应用价值 [J]. 检验医学与临床, 2019, 16(1): 85-87.
GONG Fuhuan, XIAO Xiaoqiang, ZHANG Xueping. Application value of bedside combined detection of cTnI and NT-proBNP in early diagnosis of acute NSTEMI [J]. Laboratory Medicine and Clinic, 2019, 16(1): 85-87.
- [12] 张国正, 梁岩, 蔺亚晖, 等. 高敏肌钙蛋白-I 浓度及变化诊断急性心肌梗死的中国人群临床应用研究 [J]. 中国循环杂志, 2019, 34(1): 44-49.
ZHANG Guozheng, LIANG Yan, LIN Yahui, et al. Clinical application research on the diagnosis of acute myocardial infarction by the concentration and dynamic change of high-sensitivity troponin-I in Chinese population [J]. Chinese Circulation Journal, 2019, 34(1): 44-49.
- [13] FLORIJS B W, BIJCKER R, VAN DER VEER E P, et al. Gender and cardiovascular disease: are sex-biased microRNA networks a driving force behind heart failure with preserved ejection fraction in women [J]. Cardiovascular Research, 2018, 114(2): 210-225.
- [14] 郝中坚, 吕吉元, 吴宏, 等. 循环 miRNA-21 在急性冠脉综合征早期诊断中的表达水平及其临床意义研究 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2019, 17(11): 1701-1704.
HAO Zhongjian, LÜ Jiyuan, WU Hong, et al. Expression level and clinical significance of circulating miRNA-21 in early diagnosis of acute coronary syndrome [J]. Chinese Journal of Integrative Medicine on Cardio/Cerebrovascular Disease, 2019, 17(11): 1701-1704.
- [15] CHEN Fengshou, LI Xiaoqian, LI Zhe, et al. Altered expression of MiR-186-5p and its target genes after spinal cord ischemia-reperfusion injury in rats [J]. Neurosci Lett, 2020, 718: 134669.
- [16] YAO Yan, ZHANG Xin, CHEN Haipeng, et al. MicroRNA-186 promotes macrophage lipid accumulation and secretion of pro-inflammatory cytokines by targeting cystathionine γ -lyase in THP-1 macrophages [J]. Atherosclerosis, 2016, 250(4): 122-132.
- [17] HE Weilai, CHE Hong, JIN Chaolong, et al. Effects of miR-23b on hypoxia-induced cardiomyocytes apoptosis [J]. Biomedicine & Pharmacotherapy, 2017, 96(7): 812-817.
- [18] KAUR A, MACKIN S T, SCHLOSSER K, et al. Systematic review of microRNA biomarkers in acute coronary syndrome and stable coronary artery disease [J]. Cardiovascular Research, 2020, 116(6): 1113-1124.
- [19] BRUNO N, TER MAATEN J M, OVCHINNIKOVA E S, et al. MicroRNAs Relate to early worsening of renal function in patients with acute heart failure [J]. International Journal of Cardiology, 2016, 203(8): 564-569.
- 收稿日期: 2020-07-06 修回日期: 2020-08-12