

• 论 著 •

急性大出血患者血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 水平与输血相关性 急性肺损伤发生及预后的相关性分析*

王 飞¹, 李 萌², 刘 浩¹, 李权伦^{3 Δ}

1. 十堰市太和医院(湖北医药学院附属医院)输血医学科, 湖北十堰 442000; 2. 阿拉善盟中心医院检验科, 湖北十堰 442000; 3. 十堰市妇幼保健院检验科, 湖北十堰 442000

摘 要:目的 探究急性大出血患者血清诱骗受体 3(DcR3)、晚期糖基化终产物受体(RAGE)、巨噬细胞炎性蛋白-1 α (MIP-1 α)水平与输血相关性急性肺损伤(TRALI)发生及预后的相关性。方法 选取 2019 年 9 月至 2023 年 9 月十堰市太和医院收治的急性大出血并行输血治疗的 TRALI 患者 122 例作为 TRALI 组,另选取同期未发生 TRALI 的急性大出血并行输血治疗的患者 122 例作为对照组。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)测定血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 水平;采用多因素 Logistic 回归分析探讨影响 TRALI 患者预后的因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 对 TRALI 患者的诊断价值及其预后的预测价值。结果 与对照组相比,TRALI 组血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 水平显著升高($P<0.05$)。血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 三者联合诊断 TRALI 发生的曲线下面积(AUC)最大,优于各自单独诊断($Z_{\text{三者联合-DcR3}}=5.630$ 、 $P<0.001$, $Z_{\text{三者联合-RAGE}}=4.173$ 、 $P<0.001$, $Z_{\text{三者联合-MIP-1}\alpha}=4.664$ 、 $P<0.001$)。死亡组血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 水平显著高于生存组($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 是影响 TRALI 患者预后的危险因素($P<0.05$)。血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 三者联合预测 TRALI 预后的 AUC 最大,优于各自单独预测($Z_{\text{三者联合-DcR3}}=2.768$ 、 $P=0.006$, $Z_{\text{三者联合-RAGE}}=1.988$ 、 $P=0.047$, $Z_{\text{三者联合-MIP-1}\alpha}=2.730$ 、 $P=0.006$)。结论 TRALI 患者血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 水平升高,三者联合可以更好地诊断 TRALI 发生及预测 TRALI 患者预后。

关键词:急性大出血; 诱骗受体 3; 晚期糖基化终产物受体; 巨噬细胞炎性蛋白-1 α ; 输血相关性急性肺损伤

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2025.17.014

中图法分类号:R446.1

文章编号:1673-4130(2025)17-2125-06

文献标志码:A

Correlation between serum DcR3, RAGE, MIP-1 α levels and transfusion-related acute lung injury and prognosis in patients with acute massive hemorrhage*

WANG Fei¹, LI Meng², LIU Hao¹, LI Quanlun^{3 Δ}

1. Department of Transfusion Medicine, Taihe Hospital, Hubei University of Medicine, Shiyan, Hubei 442000, China; 2. Department of Clinical Laboratory, Alxa League Central Hospital, Shiyan, Hubei 442000, China; 3. Department of Clinical Laboratory, Shiyan Maternity and Child Health Hospital, Shiyan, Hubei 442000, China

Abstract: Objective To investigate the correlation between the levels of serum decoy receptor 3 (DcR3), receptor for advanced glycation end products (RAGE), and macrophage inflammatory protein-1 α (MIP-1 α) in patients with acute massive hemorrhage and the occurrence and prognosis of transfusion-related acute lung injury (TRALI). **Methods** A total of 122 patients with acute massive hemorrhage who were admitted to Taihe Hospital of Shiyan from September 2019 to September 2023, underwent blood transfusion treatment and had TRALI were selected as the TRALI group, and another 122 patients with acute massive hemorrhage who underwent blood transfusion treatment and did not experience TRALI during the same period were selected as the control group. Enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) was applied to measure the levels of serum DcR3, RAGE, and MIP-1 α . Multivariate Logistic regression analysis was applied to explore the factors that affected the prognosis of TRALI patients. Receiver operating characteristic (ROC) curve was applied to analyze the diagnostic value serum DcR3, RAGE, and MIP-1 α for TRALI patients and the predictive value for the

* 基金项目:湖北省卫生健康委员会中医药科研项目(ZY2021Q015)。

作者简介:王飞,男,主管技师,主要从事临床检验输血方向的研究。 Δ 通信作者, E-mail:501810245@qq.com。

prognosis. **Results** Compared with the control group, the levels of serum DcR3, RAGE, and MIP-1 α in the TRALI group were increased ($P<0.05$). The combination of serum DcR3, RAGE, and MIP-1 α had the largest area under the curve (AUC) for the diagnosis of TRALI, which was superior to those of individual diagnoses ($Z_{\text{combination - DcR3}}=5.630, P<0.001, Z_{\text{combination - RAGE}}=4.173, P<0.001, Z_{\text{combination - MIP-1}\alpha}=4.664, P<0.001$). The levels of serum DcR3, RAGE, and MIP-1 α in the death group were higher than those in the survival group ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis results showed that serum DcR3, RAGE, and MIP-1 α were risk factors affecting the prognosis of TRALI patients ($P<0.05$). The combination of serum DcR3, RAGE, and MIP-1 α had the largest AUC for predicting the prognosis of TRALI, which was superior to those of individual predictions ($Z_{\text{combination - DcR3}}=2.768, P=0.006, Z_{\text{combination - RAGE}}=1.988, P=0.047, Z_{\text{combination - MIP-1}\alpha}=2.730, P=0.006$). **Conclusion** The levels of serum DcR3, RAGE, and MIP-1 α are elevated in TRALI patients, and their combination could better diagnose the occurrence of TRALI and predict the prognosis of TRALI patients.

Key words: acute massive hemorrhage; decoy receptor 3; receptor for advanced glycation end products; macrophage inflammatory protein-1 α ; transfusion-related acute lung injury

输血相关性急性肺损伤 (TRALI) 是一种严重的输血并发症, 其发生机制复杂且临床表现多样, 是导致输血相关死亡的主要原因之一^[1]。TRALI 通常在输血后数分钟至 6 h 内发生, 主要表现为急性呼吸困难、低氧血症、非心源性肺水肿等症状, 严重时可危及患者生命^[2-3]。因此, 需要寻找有效的生物标志物对 TRALI 患者进行尽早诊断、及时评估其预后, 从而延长患者生命。近年来, 随着对 TRALI 研究的深入, 越来越多的生物标志物被发现与 TRALI 的发生及预后密切相关^[4]。诱骗受体 3 (DcR3) 是肿瘤坏死因子受体超家族中的一种可溶性糖基化蛋白, 在肿瘤和炎症性疾病中发挥作用, 具有调节免疫应答的功能^[5]。相关研究显示, 慢性炎症性疾病患者血清 DcR3 水平升高^[6]。晚期糖基化终产物受体 (RAGE) 是一种多配体受体, 属于免疫球蛋白超家族成员, 在急性肺损伤中, RAGE 的激活可加剧炎症反应, 促进肺组织损伤^[7]。巨噬细胞炎症蛋白-1 α (MIP-1 α) 是一种重要的趋化因子, 属于 CC 趋化因子家族, 通过吸引和激活炎症细胞向炎症部位迁移, 参与炎症反应的发生和发展, 与脓毒症大鼠急性肺损伤有关^[8]。目前关于血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 在 TRALI 患者中的研究鲜见报道, 鉴于 DcR3、RAGE 和 MIP-1 α 均可能在急性肺损伤中发挥重要作用, 本研究拟探讨急性大出血患者血清中 DcR3、RAGE、MIP-1 α 水平与 TRALI 发生及患者预后的关系, 以期对 TRALI 的早期诊断及预后判断提供新的生物标志物和理论依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2019 年 9 月至 2023 年 9 月在十堰市太和医院收治的急性大出血并行输血治疗的 TRALI 患者 122 例作为 TRALI 组, 其中男 65 例, 女 57 例; 年龄 18~65 岁, 平均 (54.62 $\pm$ 7.65) 岁。另选取同期未发生 TRALI 的急性大出血并行输血治疗的患者 122 例作为对照组, 其中男 62 例, 女 60 例; 年龄 18~66 岁, 平均 (53.24 $\pm$ 7.48) 岁。纳入标准: (1) 年

龄 $\geq$ 18 岁; (2) 经诊断符合大出血诊断标准^[9]; (3) 输血治疗符合相关输血技术规范要求与指征^[10]; (4) TRALI 组患者符合 TRALI 的诊断标准^[11]; (5) 在输血前的肺功能正常, 胸部 X 线片显示正常。排除标准: (1) 合并严重感染、恶性肿瘤等; (2) 合并心力衰竭、脓毒血症等疾病; (3) 合并慢性阻塞性肺疾病、支气管哮喘、间质性肺病等肺部疾病; (4) 合并自身免疫性疾病; (5) 合并肺动脉高压。TRALI 组和对照组年龄、性别、体重指数 (BMI) 等一般资料比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 具有可比性。见表 1。本研究已经十堰市太和医院医学伦理委员会审批通过, 所有患者或其家属已知情并签署知情同意书 (2019KS002)。

表 1 TRALI 组和对照组一般资料对比 [$\bar{x}\pm s$ 或 $n(\%)$]

项目	对照组 ($n=122$)	TRALI 组 ($n=122$)	t/χ^2	P
年龄(岁)	53.24 $\pm$ 7.48	54.62 $\pm$ 7.65	1.425	0.156
性别(男)	62(50.82)	65(53.28)	0.148	0.701
BMI(kg/m ²)	23.25 $\pm$ 2.13	23.34 $\pm$ 2.32	0.316	0.753
出血部位			1.565	0.457
消化道出血	35(44.30)	44(55.70)		
脑外伤出血	45(53.57)	39(46.43)		
外伤性脾裂	42(51.85)	39(48.15)		
大出血诱因			0.264	0.876
外伤	36(49.32)	37(50.68)		
手术	64(49.23)	66(50.77)		
出血性疾病	22(53.66)	19(46.34)		
吸烟史	26(21.31)	32(26.23)	0.814	0.367
饮酒史	24(19.67)	33(27.05)	1.854	0.173
输血前休克			0.462	0.497
有	43(35.25)	38(31.15)		
无	79(64.75)	84(68.85)		

1.2 方法

1.2.1 血清样本的采集与检测 在 TRALI 组确诊时,以及对照组输血结束后 6 h 内,分别采集患者静脉血 5 mL,离心分离血清,保存于-80 ℃冰箱待测。采用全自动生化分析仪及配套试剂盒,通过酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清中 DcR3、RAGE、MIP-1α 水平,所用试剂盒购自艾博抗上海贸易有限公司,货号:ab193697、ab100632、ab269562,严格按照说明书操作进行实验,确保结果的准确性和可靠性。

1.2.2 预后分组 统计 TRALI 组患者住院期间 10 d 内的死亡情况,根据是否存活分为生存组($n=97$)和死亡组($n=25$)。

1.3 统计学处理 采用 SPSS27.0 统计学软件进行数据处理及统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验;计数资料以频数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归分析探讨影响 TRALI 患者预后的因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 DcR3、RAGE、MIP-1α 对 TRALI 发生的诊断价值及预后的预测效能,曲线下面积(AUC)比较采用 Z 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 TRALI 组和对照组血清 DcR3、RAGE、MIP-1α 水平比较 与对照组相比,TRALI 组血清 DcR3、

RAGE、MIP-1α 水平显著升高($P<0.05$)。见表 2。

表 2 TRALI 组和对照组血清 DcR3、RAGE、MIP-1α 水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	DcR3 (ng/mL)	RAGE (pg/mL)	MIP-1α (pg/mL)
对照组	122	26.15±7.46	548.86±72.56	438.73±53.49
TRALI 组	122	40.59±12.70	704.20±85.61	538.63±64.29
t		10.829	15.289	13.194
P		<0.001	<0.001	<0.001

2.2 血清 DcR3、RAGE、MIP-1α 对 TRALI 发生的诊断价值 以 TRALI 是否发生为状态变量(1=“发生”,0=“未发生”),以血清 DcR3、RAGE、MIP-1α 为检验变量,绘制 ROC 曲线。血清 DcR3、RAGE、MIP-1α 及三者联合诊断 TRALI 发生的 AUC 分别为 0.853(95% CI: 0.799~0.896)、0.924(95% CI: 0.881~0.955)、0.912(95% CI: 0.867~0.945)、0.992(95% CI: 0.969~0.999),血清 DcR3、RAGE、MIP-1α 三者联合诊断 TRALI 发生的 AUC 最大,优于各自单独诊断($Z_{\text{三者联合-DcR3}}=5.630$ 、 $P<0.001$, $Z_{\text{三者联合-RAGE}}=4.173$ 、 $P<0.001$, $Z_{\text{三者联合-MIP-1}\alpha}=4.664$ 、 $P<0.001$),灵敏度 95.54%,特异度为 95.54%。见表 3、图 1。

表 3 血清 DcR3、RAGE、MIP-1α 对 TRALI 发生的诊断价值

项目	AUC	最佳截断值	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
DcR3	0.853	33.575 ng/mL	0.799~0.896	73.21	89.29	0.625
RAGE	0.924	652.319 pg/mL	0.881~0.955	77.68	92.86	0.705
MIP-1α	0.912	501.00 pg/mL	0.867~0.945	76.79	91.96	0.688
三者联合	0.992	—	0.969~0.999	95.54	95.54	0.911

注:—表示无数据。

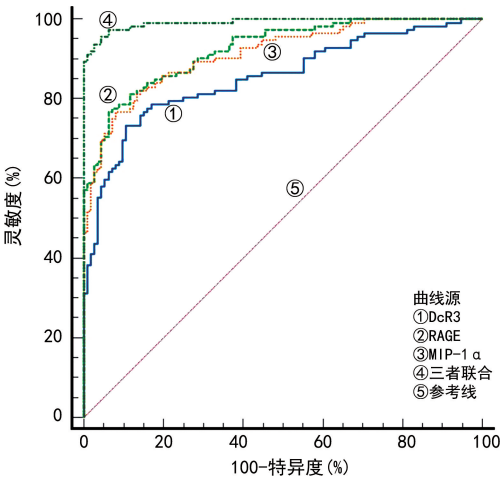


图 1 血清 DcR3、RAGE、MIP-1α 诊断 TRALI 发生的 ROC 曲线

2.3 死亡组与生存组血清 DcR3、RAGE、MIP-1α 水平比较 死亡组血清 DcR3、RAGE、MIP-1α 水平显著高于生存组($P<0.05$)。见表 4。

表 4 死亡组与生存组血清 DcR3、RAGE、MIP-1α 水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	DcR3 (ng/mL)	RAGE (pg/mL)	MIP-1α (pg/mL)
生存组	97	36.62±12.23	675.12±81.28	515.75±62.51
死亡组	25	55.97±14.52	817.05±102.43	627.41±71.18
t		6.782	7.364	7.738
P		<0.001	<0.001	<0.001

2.4 死亡组与生存组患者一般资料 死亡组与生存组患者年龄、性别、输血次数、发血至输血间隔等比较

差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 5。

2.5 多因素 Logistic 分析影响 TRALI 患者预后的因素 以 TRALI 预后情况(1=“死亡”,0=“生存”)为因变量,以血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 为自变量(均为连续变量),进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 是影响 TRALI 患者预后的危险因素($P<0.05$)。见表 6。

2.6 血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 对 TRALI 预后的预测价值 以 TRALI 预后为状态变量(1=“死亡”,0=“生存”),以血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 为检验变量,绘制 ROC 曲线。血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 及三者联合预测 TRALI 预后的 AUC 分别为 0.882(95%CI:0.812~0.934)、0.919(95%CI:0.856~0.961)、0.928(95%CI:0.867~0.967)、0.988(95%CI:0.949~0.999),血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 三者联合预测 TRALI 预后的 AUC 最大,优于各自单独预测($Z_{\text{三者联合-DcR3}}=2.768$ 、 $P=0.006$, $Z_{\text{三者联合-RAGE}}=1.988$ 、 $P=0.047$, $Z_{\text{三者联合-MIP-1}\alpha}=2.730$ 、 $P=0.006$) ,

灵敏度 96.00%,特异度为 95.88%。见表 7、图 2。

表 5 死亡组与生存组患者一般资料[$\bar{x}\pm s$ 或 $n(\%)$]

项目	生存组 (<i>n</i> =97)	死亡组 (<i>n</i> =25)	<i>t</i> / χ^2	<i>P</i>
年龄(岁)	54.59±7.64	54.72±7.68	0.076	0.940
性别(男)	49(50.52)	13(52.00)	0.018	0.895
输血次数(次)			2.517	0.113
>2	56(57.73)	10(40.00)		
≤2	41(42.27)	15(60.00)		
发血至输血间隔(h)			3.37	0.066
<0.5	51(52.58)	8(32.00)		
≥0.5	46(47.52)	17(68.00)		
血制品类型			0.684	0.710
新鲜冷冻血浆	34(75.56)	11(24.44)		
冷沉淀	36(81.82)	8(18.18)		
机采血小板	27(81.82)	6(18.18)		
既往输血史	29(29.90)	12(48.00)	2.919	0.088
过敏史	27(27.84)	10(40.00)	1.392	0.238
输血量(mL)	1 726.35±284.32	1 739.42±293.14	0.204	0.839

表 6 多因素 Logistic 分析影响 TRALI 患者预后的因素

影响因素	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>Wald</i> χ^2	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>
DcR3	0.973	0.136	51.151	<0.001	2.645	1.205~1.755
RAGE	0.618	0.102	36.760	<0.001	1.856	1.713~4.617
MIP-1 α	0.724	0.113	41.069	<0.001	2.063	1.225~3.383

表 7 血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 对 TRALI 预后的预测价值

变量	AUC	最佳截断值	95% <i>CI</i>	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
DcR3	0.882	47.334 ng/mL	0.812~0.934	80.00	84.54	0.645
RAGE	0.919	718.098 pg/mL	0.856~0.961	92.00	80.41	0.724
MIP-1 α	0.928	567.745 pg/mL	0.867~0.967	96.00	77.32	0.733
三者联合	0.988	—	0.949~0.999	96.00	95.88	0.919

注:—表示无数据。

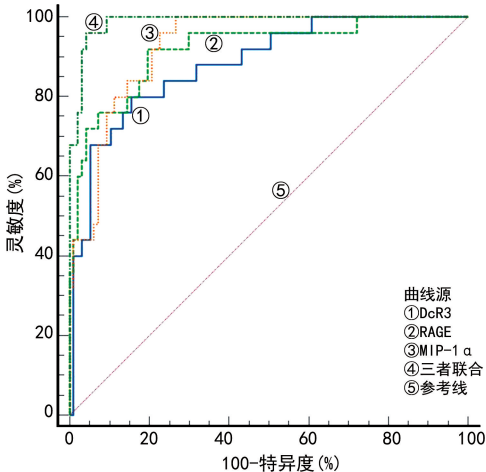


图 2 血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 预测 TRALI 预后的 ROC 曲线

3 讨 论

急性大出血患者由于失血过多,可能导致循环血量急剧减少,血压下降,组织器官灌注不足,甚至危及生命^[12]。在急性大出血的情境下,输血治疗往往是挽救患者生命的重要手段,但同时也增加了 TRALI 发生的风险。TRALI 作为一种严重的输血并发症,其发病机制尚未完全阐明,但普遍认为与输入的血液中含有与患者白细胞抗原相应的抗体有关,这些抗体可引发急性肺水肿症状与体征^[13]。因此,本研究通过寻找与 TRALI 发生及预后有关的生物标志物,以期延长 TRALI 患者生命提供理论依据。

DcR3 是一种多能免疫调节剂,在炎症反应中,DcR3 通过抑制 FasL、LIGHT 和 TL1A 等配体的活

性,参与调节 T 细胞、自然杀伤(NK)细胞和树突状细胞的活化与凋亡,进而影响免疫反应的平衡^[14]。DcR3 作为一种诱骗受体,可以竞争性地抑制 FAS 与 FASL 的结合,通过 FAS-FASL 信号通路参与免疫细胞的靶细胞凋亡,从而在免疫调节中发挥重要作用^[15]。有研究表明,DcR3 在多种炎症性疾病中表达上调,与疾病的发生发展密切相关^[16]。邱在军等^[17]研究表明,血清 DcR3 水平升高与非特异性哮喘患者的病情严重程度及肺功能指标密切相关。本研究发现,TRALI 组血清 DcR3 水平显著高于对照组,且死亡组血清 DcR3 水平显著高于生存组。这一结果提示 DcR3 可能参与了 TRALI 的发生和发展过程,其高表达可能反映了机体在应对输血刺激时出现了过度的免疫抑制反应,进而促进了 TRALI 的发生。推测其可能的原因是在 TRALI 中 DcR3 可能通过调控免疫细胞的凋亡,影响炎症细胞的浸润和活化,进而加剧肺组织损伤^[18]。

RAGE 作为多配体受体,广泛表达于多种细胞表面,能够识别并结合多种配体如晚期糖基化终产物(AGEs)、S100 蛋白等,从而介导炎症反应和细胞损伤^[19]。张新等^[20]研究表明,死亡组血清 RAGE 水平高于生存组,血清 RAGE 水平升高是新的评估脓毒症合并急性呼吸窘迫综合征预后的生物标志物。本研究中,与对照组相比,TRALI 组血清 RAGE 水平升高,且死亡组血清 RAGE 水平显著高于生存组,提示 RAGE 可能参与了 TRALI 的发生和发展过程,可作为 TRALI 预后的生物标志物。推测其可能的原因为 RAGE 高表达加重了机体炎症反应,从而加速肺动脉内皮细胞与肺泡上皮细胞的凋亡进程,导致血管内皮屏障、肺泡上皮细胞功能丧失,血管通透性增高,引发肺泡壁水肿现象,从而加重了肺部的损伤程度^[21]。

MIP-1 α 作为重要的趋化因子和促炎因子,通过与其受体结合,吸引并激活中性粒细胞、单核细胞等炎症细胞向炎症部位迁移并释放炎症介质,参与炎症反应的发生和发展^[22]。相关研究显示,MIP-1 α 水平升高导致慢性炎症和肺损伤^[23]。谭映辉等^[24]研究表明,血清 MIP-1 α 水平升高为哮喘合并肺部感染的危险因素。本研究中,与对照组相比,TRALI 组血清 MIP-1 α 表达水平升高,且死亡组血清 MIP-1 α 水平显著高于生存组,提示 MIP-1 α 可能参与了 TRALI 的发生和发展过程,其高表达可能对 TRALI 患者预后产生不良的影响。推测其可能的原因是 MIP-1 α 的高表达与 TRALI 患者肺组织炎症浸润和损伤程度相关,其表达上调可能促进了炎症细胞在肺组织的浸润和活化,加剧肺组织的炎症反应和损伤,从而影响 TRALI 患者的预后^[25]。

本研究多因素 Logistic 结果显示,DcR3、RAGE、

MIP-1 α 是影响 TRALI 患者预后的危险因素,提示通过检测血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 水平,可以及时发现 TRALI 的高危患者,并采取有效的干预措施,降低 TRALI 的发生率和病死率。ROC 曲线结果显示,血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 三者联合诊断 TRALI 发生、预测 TRALI 预后的 AUC 均最大,优于各自单独诊断及预测,提示血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 三者联合诊断患者 TRALI 发生及预测 TRALI 预后的效能更好,临床可以通过监测血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 水平变化及时诊断 TRALI 并评估患者预后,为临床决策提供重要参考,针对 DcR3、RAGE、MIP-1 α 进行干预治疗也可能为 TRALI 的防治提供新的思路和方法。

综上所述,TRALI 患者血清 DcR3、RAGE、MIP-1 α 水平升高,三者联合可以更好地诊断 TRALI 发生及预测 TRALI 患者预后,可作为急性大出血发生 TRALI 患者预后评估的重要生物标志物。尽管本研究取得了一定成果,但仍存在一些不足之处,如样本量相对较小,可能存在一定的偏倚,未对 DcR3、RAGE、MIP-1 α 在 TRALI 中的具体作用机制进行深入探讨。未来研究应进一步扩大样本量,采用多中心、大样本的研究设计,深入探讨 DcR3、RAGE、MIP-1 α 在 TRALI 中的具体作用机制,以提高研究的准确性和可靠性。此外,还应积极探索新的生物标志物和治疗靶点,为 TRALI 的防治提供更为有效的手段。

参考文献

- [1] YU Y, LIAN Z. Update on transfusion-related acute lung injury: an overview of its pathogenesis and management [J]. *Front Immunol*, 2023, 14(1): 21-27.
- [2] TUNG J P, CHIARETTI S, DEAN M M, et al. Transfusion-related acute lung injury (TRALI): potential pathways of development, strategies for prevention and treatment, and future research directions [J]. *Blood Rev*, 2022, 53(1): 1364-1375.
- [3] HU L, WANG B, JIANG Y, et al. Risk factors for transfusion-related acute lung injury [J]. *Respir Care*, 2021, 66(6): 1029-1038.
- [4] GUO K, MA S. The immune system in transfusion-related acute lung injury prevention and therapy: update and perspective [J]. *Front Mol Biosci*, 2021, 8(1): 59-65.
- [5] KAMAL A, ABDELMEGEID A K, GABR M A M, et al. Serum decoy receptor 3 (DcR3): a promising biomarker for atopic asthma in children [J]. *Immunol Res*, 2021, 69(6): 568-575.
- [6] GHOBADI H, HOSSEINI N, ASLANI MR. Correlations between serum decoy receptor 3 and airflow limitation and quality of life in male patients with stable stage and acute exacerbation of COPD [J]. *Lung*, 2020, 198(3): 515-

523.

[7] HE Q, ZUO Z, SONG K, et al. Keratin7 and Desmoplakin are involved in acute lung injury induced by sepsis through RAGE[J]. *Int Immunopharmacol*, 2023, 124(1): 3164-3177.

[8] ZHAN Z, LIAN Z, BAI H. Dexamethasone inhibited angiotensin II and its receptors to reduce sepsis-induced lung and kidney injury in rats[J]. *PLoS One*, 2024, 19(8):2191-2203.

[9] 海宝宏. 输血治疗在急性大出血患者中的应用效果与价值研究[J]. *实用医技杂志*, 2018, 25(1):98-99.

[10] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 输血反应分类: WS/T624-2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019.

[11] 中华医学会重症医学分会. 急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征诊断和治疗指南(2006)[J]. *中华急诊医学杂志*, 2007, 16(4):343-349.

[12] ARZOUN H, SRINIVASAN M, ADAM M, et al. A systematic review on the management of transfusion-related acute lung injury in transfusion-dependent sickle cell disease[J]. *Cureus*, 2022, 14(2):1316-1324.

[13] VAN WONDEREN S F, KLANDERMAN R B, VLAAR A P J. Understanding transfusion-related acute lung injury (TRALI) and its complex pathophysiology[J]. *Blood Transfus*, 2022, 20(6):443-445.

[14] SU J, TONG Z, WU S, et al. Research progress of DcR3 in the diagnosis and treatment of sepsis[J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(16):1-12.

[15] HUANG P, WANG C H, ZHUO L Y, et al. Polymorphisms rs763110 in FASL is linked to hepatitis C virus infection among high-risk populations[J]. *Br J Biomed Sci*, 2020, 77(3):112-117.

[16] QI Y, XU J, LIN Z, et al. The network of pro-inflammatory factors CD147, DcR3, and IL33 in the development of Kawasaki disease[J]. *J Inflamm Res*, 2021, 14(1): 6043-6053.

[17] 邱在军, 邱荣军, 吴星慧, 等. 血清 DcR3、PD-L1 水平与支气管哮喘儿童肺功能的相关性及其诊断价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(18):96-100.

[18] SU J, TONG Z, FENG Z, et al. Protective effects of DcR3-SUMO on lipopolysaccharide-induced inflammatory cells and septic mice[J]. *Int J Biol Macromol*, 2024, 275(2):1-13.

[19] KIM H J, JEONG M S, JANG S B. Molecular characteristics of RAGE and advances in small-molecule inhibitors [J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(13):6904-6921.

[20] 张新, 李忠, 韩海燕, 等. 血清 RAGE、CXCL16 在脓毒症并发急性呼吸窘迫综合征患者中的表达及预后价值[J]. *国际检验医学杂志*, 2024, 45(4):420-425.

[21] ZHANG B F, SONG W, WANG J, et al. Anti-high-mobility group box-1 (HMGB1) mediates the apoptosis of alveolar epithelial cells (AEC) by receptor of advanced glycation end-products (RAGE)/c-Jun N-terminal kinase (JNK) pathway in the rats of crush injuries[J]. *J Orthop Surg Res*, 2022, 17(1):20-31.

[22] 蔡珊, 陈平, 朱应群, 等. 慢性阻塞性肺疾病气道炎症与肺泡巨噬细胞炎症蛋白 1 α 、明胶酶 B 活性的研究[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2001, 24(7):429-432.

[23] DIASÁ R N, FALCÃO L F M, QUARESMA J A S. An overview of human T-lymphotropic virus type 1 lung injury[J]. *Front Immunol*, 2022, 13(1):9-14.

[24] 谭映辉, 杨祥正, 任伟明. MIP-1 α 、SOCS-1 和 SOCS-3 mRNA 检测在哮喘合并肺部感染患儿中的诊断价值[J]. *现代临床医学*, 2023, 49(6):401-405.

[25] PENG Z, TAN X, XI Y, et al. Role of pyroptosis-related cytokines in the prediction of lung cancer[J]. *Heliyon*, 2024, 10(10):1-13.

(收稿日期:2024-10-25 修回日期:2025-03-05)

(上接第 2124 页)

[25] 张志诚, 王斌, 罗征键, 等. 糖尿病视网膜病变患者血清 miR-20b-3p、miR-192 表达与 NLRP3 炎症小体和预后不良的关系[J]. *四川医学*, 2024, 45(8):863-869.

[26] QIU X, LEI Y P, ZHOU R X. SIRS, SOFA, qSOFA, and NEWS in the diagnosis of sepsis and prediction of adverse outcomes: a systematic review and meta-analysis[J]. *Expert Rev Anti Infect Ther*, 2023, 21(8):891-900.

[27] KUO Y T, HSIAO C T, WU P H, et al. Comparison of National Early Warning Score with shock index in patients with necrotizing fasciitis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102(36):e34651.

[28] KAUSCH S L, LAKE D E, DI FIORE J M, et al. Apnea, intermittent hypoxemia, and bradycardia events predict late-onset sepsis in infants born extremely preterm[J]. *J Pediatr*, 2024, 271:114042.

[29] DENIZ M, OZGUN P, OZDEMIR E. Relationships between RDW, NLR, CAR, and APACHE II scores in the context of predicting the prognosis and mortality in ICU patients[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2022, 26(12): 4258-4267.

(收稿日期:2025-01-05 修回日期:2025-05-22)