

• 呼吸专栏 •

SP-D、MUC1、A20作为输血相关性急性肺损伤 预后生物标志物的研究

王红¹, 张李璇子², 韩云霄¹, 朱梅玲¹, 吕翠环¹, 吕莎^{3*}

(1. 河北省胸科医院输血科, 河北石家庄 050041; 2. 河北省石家庄市人民医院输血科, 河北石家庄 050026;
3. 河北省胸科医院呼吸与重症医学一科, 河北省肺病重点实验室, 河北石家庄 050041)

[摘要] **目的** 探讨血清表面活性蛋白D(surfactant protein D, SP-D)、黏蛋白1(mucin 1, MUC1)、锌指蛋白A20(zinc finger protein A20, A20)水平对输血相关性急性肺损伤(transfusion-related acute lung injury, TRALI)患者临床预后的预测价值,以期临床个体化干预提供参考。**方法** 选取2020年3月—2025年3月河北省胸科医院收治的TRALI患者249例为研究对象,根据输血后30 d内预后情况,分别纳入预后良好组(178例)、预后不良组(71例)。比较2组一般临床资料及血清SP-D、MUC1、A20水平, Logistic回归分析血清SP-D、MUC1、A20水平对TRALI患者预后不良的影响因素,受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析血清SP-D、MUC1、A20水平单独及联合检测对预后不良的预测效能,并采用一致性分析进行外部验证。**结果** 2组输血次数、发血至输血时间、过敏史、急性生理与慢性健康评分系统II(acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)评分比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);预后不良组血清SP-D、MUC1、A20水平分别为(89.54 ± 21.36) g/L、(22.97 ± 5.14) kU/L、(14.53 ± 1.96) mg/L,明显高于预后良好组的(78.61 ± 18.05) g/L、(16.28 ± 4.32) kU/L、(12.67 ± 1.84) mg/L,差异有统计学意义($P < 0.05$); Logistic回归分析显示,输血次数、发血至输血时间、过敏史均是TRALI患者预后不良的影响因素($P < 0.05$), APACHE II评分及血清SP-D、MUC1、A20均与TRALI患者预后不良显著相关($P < 0.05$); ROC分析显示,血清SP-D、MUC1、A20联合预测预后不良的曲线下面积(area under the curve, AUC)为0.904(95%CI:0.860~0.938),优于各指标单独预测价值($Z = 2.507, 3.016, 3.042$, 均 $P < 0.05$),且外部验证显示,联合预测预后不良与临床实际的符合率为95.00%, Kappa值为0.870(95%CI:0.617~0.982)差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 血清SP-D、MUC1、A20均是TRALI患者预后不良的独立影响因素,联合检测对预后不良具有较高预测价值,可作为TRALI患者预后的潜在预测因子,并可指导临床工作。

[关键词] 输血相关性急性肺损伤; SP-D; MUC1; A20 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2026.02.002

[中图分类号] R457.13 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1007-3205(2026)02-0130-07

Study on SP-D, MUC1 and A20 as prognostic biomarkers for transfusion-related acute lung injury

WANG Hong¹, ZHANG Li-xuanzi², HAN Yun-xiao¹, ZHU Mei-ling¹, LYU Cui-huan¹, LYU Sha^{3*}

(1. Department of Blood Transfusion, Hebei Chest Hospital, Shijiazhuang 050041, China; 2. Department of Blood Transfusion, Shijiazhuang People's Hospital, Hebei Province, Shijiazhuang 050026, China;

3. the First Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Hebei Chest Hospital/

Key Laboratory of Pulmonary Disease of Hebei Province,

Shijiazhuang 050041, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the predictive value of serum surfactant protein D (SP-D), mucin 1 (MUC1) and zinc finger protein A20 (A20) levels for the clinical prognosis of patients with transfusion-related acute lung injury (TRALI), so as to provide reference for individualized clinical intervention. **Methods** A total of 249 patients with TRALI admitted to our hospital from March 2020 to March 2025 were selected as the study subjects. Based on their prognosis within 30 d after blood transfusion, they were categorized into a good prognosis group ($n =$

[收稿日期] 2025-11-18

[基金项目] 河北省医学科学研究课题计划资助项目(20211553)

[作者简介] 王红(1982-),女,河北石家庄人,河北省胸科医院副主任技师,医学学士,从事输血医学研究。

*通信作者。E-mail:374716838@qq.com

178) and a poor prognosis group ($n=71$). The general clinical data and serum levels of SP-D, MUC1, and A20 were compared between the two groups. Logistic regression analysis was used to identify factors that affected the poor prognosis of TRALI patients based on serum levels of SP-D, MUC1, and A20. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive efficacy of detection of serum SP-D, MUC1 and A20 levels alone and in combination for poor prognosis, and the consistency analysis was used for external verification.

Results There were significant differences in the number of blood transfusions, the time from blood distribution to blood transfusion, the history of allergies, and the acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) score between the two groups ($P<0.05$). The levels of serum SP-D, MUC1, and A20 in the poor prognosis group were (89.54 ± 21.36) g/L, (22.97 ± 5.14) kU/L, and (14.53 ± 1.96) mg/L, respectively, which were significantly higher than those in the good prognosis group [(78.61 ± 18.05) g/L, (16.28 ± 4.32) kU/L, and (12.67 ± 1.84) mg/L], respectively, with significant differences ($P<0.05$). Logistic regression analysis showed that the number of blood transfusions, the time from blood transfusion to blood transfusion, and the history of allergy were the influencing factors of poor prognosis in patients with TRALI ($P<0.05$), and APACHE II score and serum SP-D, MUC1, A20 were significantly correlated with poor prognosis in patients with TRALI ($P<0.05$). ROC analysis showed that the area under the curve (AUC) of serum SP-D, MUC1 and A20 in predicting poor prognosis was 0.904 (95% CI: 0.860—0.938), which was better than the predictive value of each index alone ($Z=2.507, 3.016, 3.042$, all $P<0.05$). External validation showed that the coincidence rate of combined prediction of poor prognosis and actual clinical outcomes was 95.00%, and the Kappa value was 0.870 (95% CI: 0.617—0.982) ($P<0.05$). **Conclusion** Serum SP-D, MUC1, and A20 are all independent influencing factors for poor prognosis in TRALI patients, and the combined detection has a high predictive value for poor prognosis, which can be used as a potential prognostic predictor for TRALI patients and may offer guidance for clinical management.

[Key words] transfusion-related acute lung injury; SP-D; MUC1; A20

输血是临床抢救的重要手段之一,可引起输血相关性急性肺损伤(transfusion-related acute lung injury, TRALI)等较严重并发症,具有一定致死风险^[1]。停止输血、立即吸氧及药物治疗是当前临床针对TRALI主要干预方式,多数患者可实现治愈,且无后遗症,但仍有部分患者可并发多器官功能衰竭综合征,甚至死亡^[2-3]。因此,如何早期预测TRALI患者预后情况,以指导临床实施分层干预、改善预后,始终是当前临床面临的重大挑战。表面活性蛋白D(surfactant protein D, SP-D)是肺部天然免疫防御因子,可参与肺损伤防御、修复等过程,并可参与维持呼吸系统功能^[4]。黏蛋白1(mucin 1, MUC1)为大分子跨膜蛋白,既往研究显示,MUC1表达可介导炎症反应,可作为呼吸系统疾病潜在标志物及治疗靶点^[5]。锌指蛋白A20(zinc finger protein A20, A20)具有泛素化及去泛素化双重活性,通过负性调节核因子 κ B(nuclear factor- κ B, NF- κ B),可下调机体炎症指标^[6]。既往临床评估TRALI预后主要依赖于呼吸支持需求、危重症评分系统等,具有特异性较低、主观干扰等缺陷,尚缺乏有效、系统的预测体系,基于上述指标与炎症、免疫及肺部疾病的关系,假设三指标可能与TRALI预后具有紧密联系,但关于SP-D、MUC1、A20在

TRALI预后预测中的价值研究尚处于空白,因此,本研究对此展开尝试分析,旨在为临床精准预测及实现个体化、分层干预提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年3月—2025年3月河北省胸科医院收治的TRALI患者249例为研究对象,根据输血后30 d内预后情况,分别纳入预后良好组(178例)、预后不良组(71例)。纳入标准为:(1)均于我院接受输血治疗;(2)首次确诊TRALI^[7],包括:①输血过程中或输血后6 h内出现急性呼吸困难症状;②输血前无急性肺损伤;③无循环超负荷;④胸片显示双肺浸润影;⑤出现低氧血症:无吸氧支持时血氧饱和度 $\leq 90\%$,或吸氧时氧合指数 ≤ 300 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa);⑥排除过敏等可引起呼吸困难的其他情况;(3)满足输血指征;(4)输血前肺功能正常,胸部X线显示无异常;(5)对本研究方案风险及获益知情同意。排除标准:①同时参与其他临床研究;②合并恶性病变;③合并免疫、循环系统疾病;④合并较严重感染性疾病;⑤合并肺挫伤等重要脏器损伤;⑥存在行为、心理障碍;⑦肺动脉高压。脱落标准:①突发其他重大疾病或意外死亡;②主动要求退出研究者。

本研究经医院医学伦理委员会批准（批准文号：2020009）。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 选择2名研究人员，经统一培训后成立信息调查小组，共同查阅我院电子病案系统收集研究对象临床资料，包括性别、年龄、体重指数（body mass index, BMI）、输血次数（ ≤ 2 次、 > 2 次）、血制品类型（去白细胞新鲜冰冻血浆、去白细胞冰冻血浆、去白细胞机采血小板、冷沉淀、去白细胞悬浮红细胞）、发血至输血时间（ < 20 min、 $20 \sim 30$ min）、输血量、既往史（过敏史、吸烟史、饮酒史）、基础疾病（糖尿病、高血压、高脂血症）及急性生理与慢性健康评分系统 II（acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II）评分。采用双人形式进行数据编码、录入及核对，以减少人为误差，确保数据真实性及结果可靠性。

1.2.2 血清 SP-D、MUC1、A20 水平检测 使用真空促凝采集管，抽取所有受检者入组时空腹外周静脉血 3~5 mL，使用 Avanti JXN-30 型离心机（美国贝克曼库尔特公司），4℃条件下离心 15 min（离心半径 10 cm，转速 3 000 r/min），取上层清液，立即送往检验科进行检测。采用双抗体夹心法测定血清 SP-D、MUC1、A20 水平，试剂盒购自深圳华大基因公司，所有步骤按试剂盒说明严格操作。

1.2.3 预后评估 跟踪所有研究对象自输血起至输血后 30 d 内是否出现以下任何一项或多项事件：继发性肺部或血流感染、需机械通气、多器官功能衰竭、死亡等不良预后情况，并以病情稳定或好转，无需机械通气支持，且存活出院为预后良好。根据输血后 30 d 内预后分为预后良好组、预后不良组。

1.3 观察指标 ①比较 2 组一般临床资料及血清 SP-D、MUC1、A20 水平；②分析血清 SP-D、MUC1、A20 水平对 TRALI 患者预后不良的影响因素；③分析血清 SP-D、MUC1、A20 水平单独及联合预测预后不良的价值，并对联合预测效能进行外部验证。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 27.0 统计软件分析数据。计数资料以例数（%）表示，组间比较采用 χ^2 检验；采用 Shapiro-Wilk 法检查正态分布，计量资料以（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，组间比较采用 t 检验；Logistic 回归分析影响因素；受试者工作特征（receiver operating characteristic, ROC）曲线

分析预测价值，DeLong 检验对比曲线下面积（area under the curve, AUC）。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组一般临床资料比较 截止输血后 30 d，本研究 249 例患者无脱落病例，其中预后不良 71 例（28.51%），预后良好 178 例（71.49%）。2 组输血次数、发血至输血时间、过敏史、APACHE II 评分比较，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。见表 1。

2.2 2 组血清 SP-D、MUC1、A20 水平比较 与预后良好组相比，预后不良组血清 SP-D、MUC1、A20 水平较高，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。见表 2。

2.3 血清 SP-D、MUC1、A20 水平对 TRALI 患者预后的影响 以 TRALI 患者预后情况为因变量（预后良好=1，预后不良=2），以输血次数（ ≤ 2 次=1， > 2 次=2）、发血至输血时间（ < 20 min=1， $20 \sim 30$ min=2）、过敏史（无=1，有=2）、APACHE II 评分（实测值代入）及血清 SP-D（实测值代入）、MUC1（实测值代入）、A20（实测值代入）水平为自变量，全部进入 Logistic 回归分析，结果显示，输血次数、发血至输血时间、过敏史均是 TRALI 患者预后不良的影响因素（ $P < 0.05$ ），输血次数 > 2 次的患者发生预后不良的风险是 ≤ 2 次患者的 2.464 倍（OR=2.464）。发血至输血时间在 $20 \sim 30$ min 的患者风险是 < 20 min 患者的 2.531 倍（OR=2.531）。有过敏史的患者风险是无过敏史患者的 2.692 倍（OR=2.696）；且 APACHE II 评分及血清 SP-D、MUC1、A20 均与 TRALI 患者预后不良显著相关（ $P < 0.05$ ）。见表 3。

2.4 血清 SP-D、MUC1、A20 水平单独预测预后的价值 ROC 分析显示，血清 SP-D、MUC1、A20 水平单独预测预后不良的 AUC 分别为 0.808、0.777、0.774。见图 1、表 4。

2.5 血清 SP-D、MUC1、A20 水平联合预测预后的价值 为观察血清 SP-D、MUC1、A20 联合应用是否能进一步提高预测效能，故运用 Logistic 回归拟合法，将三指标进行回归拟合，返回 Logit（P）作为联合独立检验变量，绘制联合预测 ROC 曲线，结果显示，血清 SP-D、MUC1、A20 联合预测预后不良的 AUC 为 0.904（95%CI：0.860~0.938），明显优于各指标单独预测价值（ $Z =$

表1 2组一般临床资料比较

Table 1 Comparison of general clinical data between the two groups

组别	例数	性别(例数,%)		年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	BMI ($\bar{x}\pm s$)	发血至输血时间(例数,%)		输血次数(例数,%)	
		男性	女性			<20 min	20~30 min	≤2次	>2次
预后不良组	71	38(53.52)	33(46.48)	51.86±5.03	22.45±1.19	25(35.21)	46(64.79)	20(28.17)	51(71.83)
预后良好组	178	106(59.55)	72(40.45)	50.67±4.86	22.26±1.13	101(56.74)	77(43.26)	93(52.25)	85(47.75)
χ^2/t 值		0.757		1.727	1.180	9.412		11.872	
P值		0.384		0.085	0.239	0.002		<0.001	

组别	例数	血制品类型(例数,%)				冷沉淀	去白细胞悬浮 红细胞	输血量 ($\bar{x}\pm s$,mL)	过敏史 (例数,%)
		去白细胞新鲜 冰冻血浆	去白细胞冰冻 血浆	去白细胞机采 血小板	去白细胞新鲜 冰冻血浆				
预后不良组	71	7(9.86)	13(18.31)	17(23.94)	24(33.80)	10(14.08)	1 040.49±206.58	36(50.70)	
预后良好组	178	25(14.04)	41(23.03)	45(25.28)	49(27.53)	18(10.11)	997.82±193.64	61(34.27)	
χ^2/t 值		2.644					1.540	5.765	
P值		0.619					0.125	0.016	

组别	例数	吸烟史(例数,%)	饮酒史(例数,%)	基础疾病(例数,%)			APACHE II评分 ($\bar{x}\pm s$,分)
				糖尿病	高血压	高脂血症	
预后不良组	71	26(36.62)	29(40.85)	30(42.25)	24(33.80)	26(36.62)	24.67±4.58
预后良好组	178	53(29.78)	57(32.02)	62(34.83)	66(37.08)	71(39.89)	20.56±4.39
χ^2/t 值		1.098	1.747	1.200	0.236	0.228	6.588
P值		0.295	0.186	0.273	0.627	0.633	<0.001

表2 2组血清SP-D、MUC1、A20水平比较

Table 2 Comparison of serum SP-D, MUC1 and A20 levels in the two groups

组别	例数	SP-D (g/L)	MUC1 (kU/L)	A20 (mg/L)
预后不良组	71	89.54±21.36	22.97±5.14	14.53±1.96
预后良好组	178	78.61±18.05	16.28±4.32	12.67±1.84
t值		4.088	10.435	7.068
P值		<0.001	<0.001	<0.001

2.507、3.016、3.042, $P<0.05$)。见图2。

2.6 联合预测能力的外部验证 按照1.1中纳入排除标准,另选本中心不同时期60例TRALI患者作为外部验证数据集,临床实际发现,16例患者预后不良,44例预后良好。采用入院时血清SP-D+MUC1+A20对患者输血后30d内预后进

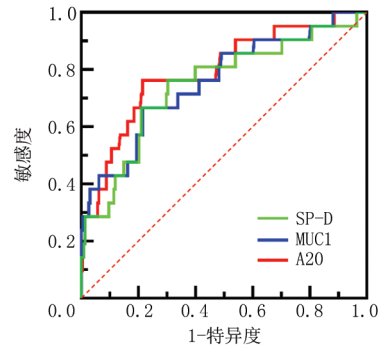


图1 血清SP-D、MUC1、A20水平单独预测预后的ROC曲线

Figure 1 ROC curve of serum SP-D, MUC1 and A20 levels alone in predicting prognosis

行预测发现,15例患者预后不良,45例患者预后良好。经Kappa值检验发现,联合预测预后不良与临床实际的符合率为95.00%,Kappa值为

表3 血清SP-D、MUC1、A20水平对TRALI患者预后的影响

Table 3 Effect of serum SP-D, MUC1 and A20 levels on the prognosis of patients with TRALI

变量	回归系数	标准误	Wald χ^2 值	P值	OR值	95%CI
输血次数	0.902	0.235	14.728	<0.001	2.464	1.555~3.906
发血至输血时间	0.929	0.249	13.911	<0.001	2.531	1.554~4.124
过敏史	0.990	0.228	18.864	<0.001	2.692	1.722~4.209
APACHE II评分	0.255	0.125	4.149	0.042	1.290	1.010~1.648
SP-D	0.299	0.146	4.194	0.041	1.349	1.086~1.673
MUC1	0.321	0.129	6.192	0.013	1.379	1.109~1.714
A20	0.236	0.102	5.353	0.021	1.266	1.005~1.596
常数项	-0.318	0.154	8.055	0.005	0.539	—

表4 血清SP-D、MUC1、A20水平单独预测预后的价值

Table 4 The value of serum SP-D, MUC1 and A20 levels alone in predicting prognosis

指标	AUC	95%CI	截断值	敏感度(%)	特异度(%)	P值
SP-D	0.808	0.753~0.855	81.50 g/L	71.83	77.53	<0.001
MUC1	0.777	0.720~0.827	20.71 kU/L	73.24	70.22	<0.001
A20	0.774	0.717~0.824	14.32 μg/L	78.87	74.72	<0.001

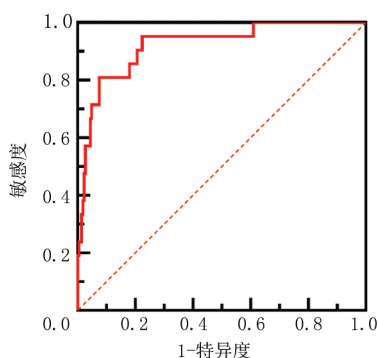


图2 血清SP-D、MUC1、A20水平联合预测预后的ROC曲线

Figure 2 ROC curve of serum SP-D, MUC1 and A20 levels in combination in predicting prognosis

0.870 (95%CI: 0.617~0.982), 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表5。

表5 联合预测预后与临床实际的一致性

Table 5 Consistency between combined prediction of prognosis and actual clinical outcome

临床实际	联合预测		总计
	预后不良	预后良好	
预后不良	14	2	16
预后良好	1	43	44
总计	15	45	60
χ^2 值	41.023		
P值	<0.001		
Kappa值	0.870		
95%CI	0.617~0.982		

3 讨 论

近年来临床接受输血患者人数逐年增多, TRALI发病人数亦随之增多^[8-9]。若未及时、有效抢救, TRALI具有一定致死风险^[10], 本研究TRALI患者249例预后不良发生率达28.51%, 由此可见, 加强TRALI预后不良防治工作已极为必要。故探寻敏感、无创生化指标, 辅助预测TRALI患者死亡风险, 并积极采取防控措施, 对改善预后、降低TRALI致死率具有重要意义。

输血治疗过程中, 由于机体免疫反应, 释放氧自由基及水解酶, 可损伤血管内皮, 增加血管

通透性, 而细胞间隙增宽, 引起蛋白渗出, 肺泡表面活性物减少, 换气功能发生障碍, 可导致TRALI^[11-12]。本研究结果显示, 预后不良患者血清SP-D水平较高, 提示SP-D与TRALI患者预后相关。SP-D属凝集素家族成员, 是肺泡上皮表面活性物质关键成分, 主要合成、分布于肺泡II型细胞, 具有多种生物学功效: 首先, SP-D作为肺部组织先天免疫防御系统, 可参与肺脏非抗体介导的免疫反应及天然免疫防御, 通过结合IgG, 可引起免疫复合物聚集加速, 吞噬作用增强, 进而放大免疫反应, 有助于减轻远端气道免疫失衡, 亦可减少巨噬细胞凋亡、抑制局部炎症反应, 是肺脏抵御外来致病源侵袭的首道防线^[13-14]; 其次, SP-D可参与肺泡上皮表面活性物质代谢, 并可促进肺泡稳定呼吸及气体交换, 对肺部内环境稳态具有一定保护作用^[15]。TRALI发生时, 肺泡-毛细血管屏障受损, 毛细血管通透性增加, 肺泡II型上皮细胞上皮表面SP-D可经肺循环释放入血, 表现为SP-D在血液中的水平升高, 而肺局部SP-D相对不足, 削弱了其作为“固有免疫哨兵”的功能, 免疫防御功能减弱, 且SP-D发生去寡聚化可激活p38 MAPK等促炎信号通路, 从而诱导M1型巨噬细胞极化, 炎症反映扩大, 肺部损伤持续加重, 预后不良概率增加^[16-17]。Logistic回归分析发现, 血清SP-D与TRALI患者预后不良显著相关, 进一步证实了上述结论。本研究与王丽莉等^[18]研究观点相符。

本研究发现, 预后不良组血清MUC1水平较高, 且与TRALI患者预后不良显著相关。MUC1属膜结合型黏蛋白, 主要分布于呼吸道等上皮细胞及免疫相关细胞膜表面, 通过调控细胞内质网及高尔基体糖基化, 并在糖基化过程中通过糖链修饰调控炎症反应, 发挥致病菌清除及促进炎症消退等功效^[19]。此外, MUC1通过串联重复序列, 可使细胞毒性T淋巴细胞发生交联, 并刺激细胞毒性T淋巴细胞活化, 进而诱导免疫应答, 参与机体免疫反应^[20]。TRALI预后不良患者肺组织炎症反应较重, MUC1作为内源性抗炎因子适应性、

代偿性表达上调,缓解肺组织炎症损伤^[21]。郝海艳等^[22]研究显示,MUC1表达上调结肠炎患儿病情较重,且炎症消退时间延长,可为本研究结果提供科学依据。

A20是近年发现的具有NF- κ B活性抑制作用的负反馈调节蛋白,作为机体炎症反应负性调节关键因子,其基因多态性与多种炎性疾病发生、进展密切相关^[23]。本研究发现,血清A20是TRALI患者预后不良的影响因素,且与TRALI患者预后不良显著相关。正常生理状态下,A20在血液中的含量较低,当发生炎症反应时,其表达可短期内迅速上调,TRALI预后不良患者炎症反应持续扩大,炎性因子抑制剂发生磷酸化,而A20水平代偿性升高,高表达A20可增强巨噬细胞活跃状态,并抑制上皮细胞中Toll样受体2介导的白细胞介素8等促炎因子合成、分泌,进而减轻肺组织炎症反应,表现为其表达随TRALI患者炎症反应加重而升高,而此类患者预后不良风险较高^[24-25]。肺组织炎症损伤、氧化应激等多种刺激可加剧NF- κ B炎症信号通路活化,NF- κ B活化过程可引起多种蛋白泛素化,A20随病情加重而升高,发挥NF- κ B负性调节作用,可脱去泛素化链,并抑制多种促炎因子合成、分泌,此外,活化的NF- κ B可迅速诱导A20转录表达,进一步促进A20表达上调,发挥炎症负反馈作用,故推测A20表达与TRALI病情及预后趋势具有一致性。

基于上述结果,本研究进一步绘制ROC曲线,发现血清SP-D、MUC1、A20单独及联合检测对TRALI患者预后不良均具有较高预测价值,且联合预测效能最优,外部验证结果也显示,SP-D+MUC1+A20预测预后不良与临床实际的Kappa值为0.870,具有良好一致性,可作为临床预测预后的辅助方案,这也是本研究创新性所在。血清学检测具有操作简单、无创、无辐射、成本可控、可重复性高等优势,患者接受度较高,各级医疗机构均可普及,因此,建议临床将血清SP-D、MUC1、A20水平检测作为输血患者常规检测项目,有助于早期识别预后不良高风险人群,进而指导临床及时调整治疗方案,并积极采取预防措施,对改善患者预后、降低TRALI致死率及实现医疗资源的合理配置具有重要意义。

综上所述,血清SP-D、MUC1、A20水平均与TRALI患者预后独立相关,联合检测对预后不良具有较高预测价值,可为临床预测预后提供参考,并可为临床防治工作提供一定决策支持。但

本研究局限于单中心选例,难以避免存在选择性偏倚,统计学效能及结果稳定性可能受到一定影响,此外,本研究未分析3指标与生存期之间的关系,未来仍需开展多中心合作,并进一步完善设计,对本研究结果加以验证。

[参考文献]

- [1] Morsing SKH, Zeeuw van der Laan E, van Stalborch AD, et al. A pulmonary endothelial amplification loop aggravates ex vivo transfusion-related acute lung injury via increased toll-like receptor 4 and intra-cellular adhesion molecule-1 expression [J]. *Transfusion*, 2022, 62(10):1961-1966.
- [2] 王凌霄,蔡娜.血清Eotaxin、PAF与急性大出血输血相关性急性肺损伤患者预后的关系分析[J]. *检验医学与临床*, 2023, 20(24):3638-3641, 3647.
- [3] Balkan MC, Okur FV, Apak FBB, et al. Anti-human leukocyte antigen-DPB1 antibody-associated transfusion-related acute lung injury after hematopoietic stem cell infusion [J]. *Asian J Transfus Sci*, 2024, 18(1):141-143.
- [4] Hsieh MH, Chen PC, Hsu HY, et al. Surfactant protein D inhibits lipid-laden foamy macrophages and lung inflammation in chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Cell Mol Immunol*, 2023, 20(1):38-50.
- [5] Liu L, Zhou L, Wang LL, et al. MUC1 attenuates neutrophilic airway inflammation in asthma by reducing NLRP3 inflammasome-mediated pyroptosis through the inhibition of the TLR4/MyD88/NF- κ B pathway [J]. *Respir Res*, 2023, 24(1):255-255.
- [6] Panasiuk M, Zimmer K, Czarnota A, et al. Chimeric virus-like particles presenting tumour-associated MUC1 epitope result in high titers of specific IgG antibodies in the presence of squalene oil-in-water adjuvant: Towards safe cancer immunotherapy [J]. *J Nanobiotechnology*, 2022, 20(1):160.
- [7] 李志强,宫济武.输血相关急性肺损伤诊治与预防原则[J]. *临床输血与检验*, 2017, 19(2):105-107.
- [8] van Wonderen SF, Klanderman RB, Vlaar APJ. Understanding transfusion-related acute lung injury (TRALI) and its complex pathophysiology [J]. *Blood Transfus*, 2022, 20(6):443-445.
- [9] Xiao K, Zhao F, Xie WJ, et al. Mechanism of TLR4 mediated immune effect in transfusion-induced acute lung injury based on Slit2/Robo4 signaling pathway [J]. *Transfus Apher Sci*, 2023, 62(1):103500.
- [10] 瞿红娟,万鲁云,桂春喜,等.血清CXCR4和HMGB1水平在预测急性大出血患者输血相关性急性肺损伤预后中的价值研究[J]. *临床和实验医学杂志*, 2022, 21(13):1390-1393.
- [11] Kuebler WM, William N, Post M, et al. Extracellular vesicles: Effectors of transfusion-related acute lung injury [J]. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 2023, 325(3):1327-1341.
- [12] van der Velden S, van Osch TLJ, Seghier A, et al. Complement activation drives antibody-mediated transfusion-related acute lung injury via macrophage trafficking and

- formation of NETs[J]. *Blood*, 2024, 143(1):79-91.
- [13] Ishibashi N, Maebayashi T, Aizawa T, et al. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) in patients before, during, or after lung irradiation, and serum SP-A and SP-D levels[J]. *Thoracic Cancer*, 2022, 13(22):3200-3207.
- [14] Hata K, Tsubouchi K, Suzuki K, et al. Surfactant protein D prevents mucin overproduction in airway goblet cells via SIRP α [J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1):1799.
- [15] 王静, 汤昱, 赵二要, 等. 血清SP-D、IL-17、IL-33与重症肺炎患儿肺损伤程度的关系及判断预后的价值[J]. *医学研究杂志*, 2022, 51(6):89-92, 27.
- [16] Elmore A, Almuntashiri A, Wang X, et al. Circulating surfactant protein D: A biomarker for acute lung injury[J]. *Biomedicines*, 2023, 11(9):2517.
- [17] Saleh NY, Ibrahim RAL, Saleh AAH, et al. Surfactant protein D: A predictor for severity of community-acquired pneumonia in children[J]. *Pediatr Res*, 2022, 91(3):665-671.
- [18] 王丽莉, 张琪, 姜华. 表面活性蛋白D和Clara细胞分泌蛋白16对ICU患者输血相关性急性肺损伤的预测价值分析[J]. *临床肺科杂志*, 2022, 27(10):1480-1484.
- [19] Long LN, Huang XY, Yu SY, et al. The research status and prospects of MUC1 in immunology [J]. *Hum Vaccin Immunother*, 2023, 19(1):2172278.
- [20] Al-Bataineh MM, Kinlough CL, Mi Z, et al. KIM-1-mediated anti-inflammatory activity is preserved by MUC1 induction in the proximal tubule during ischemia-reperfusion injury[J]. *Am J Physiol Renal Physiol*, 2021, 321(2):f135-f148.
- [21] Ballester B, Milara J, Cortijo J. The role of mucin 1 in respiratory diseases [J]. *Eur Respir Rev*, 2021, 30(159):200149.
- [22] 郝海艳, 杨绥宇, 武旭峰, 等. UC患儿肠道菌群及血清MUC1、SOCS-3的表达水平与病情程度的相关性[J]. *海南医学*, 2023, 34(23):3438-3441.
- [23] Cho MJ, Lee DG, Lee JW, et al. Endothelial PTP4A1 mitigates vascular inflammation via USF1/A20 axis-mediated NF- κ B inactivation[J]. *Cardiovasc Res*, 2023, 119(5):1265-1278.
- [24] Yu W, Venkatraman A, Menden HL, et al. Short-chain fatty acids ameliorate necrotizing enterocolitis-like intestinal injury through enhancing Notch1-mediated single immunoglobulin interleukin-1-related receptor, toll-interacting protein, and A20 induction[J]. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 2023, 324(1):g24-g37.
- [25] Hertens P, van Loo G. A20: A jack of all trades[J]. *Trends Cell Biol*, 2024, 34(5):360-362.

(本文编辑:王聪)