

• 专家共识 •

输血相关急性肺损伤诊治中国专家共识（2023版）

《输血相关急性肺损伤诊治中国专家共识》编写组

DOI: 10.3969/j.issn.1671-2587.2023.05.001

编写组组长：周吉成（广西医科大学第一附属医院血液科、输血科），于洋（解放军总医院第一医学中心输血医学科），夏荣（复旦大学附属华山医院输血医学科），骆群（解放军总医院第五医学中心输血医学科），潘健（《临床输血与检验》杂志编辑部），周树生（中国科学技术大学附属第一医院急诊医学科），黄凯（广西医科大学第一附属医院心血管内科）

执笔作者、通信作者：周吉成（广西医科大学第一附属医院血液科、输血科），主要从事血液病学、输血医学研究，（E-mail）z1964jc@126.com。

【摘要】 输血相关急性肺损伤（transfusion-related acute lung injury，TRALI）是导致输血相关死亡的主要原因之一，是值得临床关注的输血反应。《输血相关急性肺损伤诊治中国专家共识》编写组组织我国包括输血医学科、血液科、重症医学科及心血管内科等领域的专家学者制订了《输血相关急性肺损伤诊治中国专家共识（2023版）》，该共识就TRALI相关的辅助检查、TRALI的诊断与鉴别诊断、TRALI的预防策略及TRALI的治疗策略提出了中国专家共识意见。

【关键词】 输血相关急性肺损伤 诊断 预防 治疗 专家共识

【中图分类号】 R457 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-2587（2023）05-0577-09

输血相关急性肺损伤（transfusion-related acute lung injury，TRALI）是在输血（血液制品）开始到输血后6 h内出现呼吸困难、低氧血症、影像学显示两肺与肺水肿一致的斑片状密度增高影的一种输血反应^[1-2]。TRALI是导致输血相关死亡的主要原因之一，是值得临床关注的输血反应^[3-6]。近年来，有关TRALI的诊治研究虽然取得了不少的进展^[7-10]，但仍存在不少问题值得商榷^[11-12]。为了促进我国TRALI的诊治工作，我们组织血液科、输血医学科、重症医

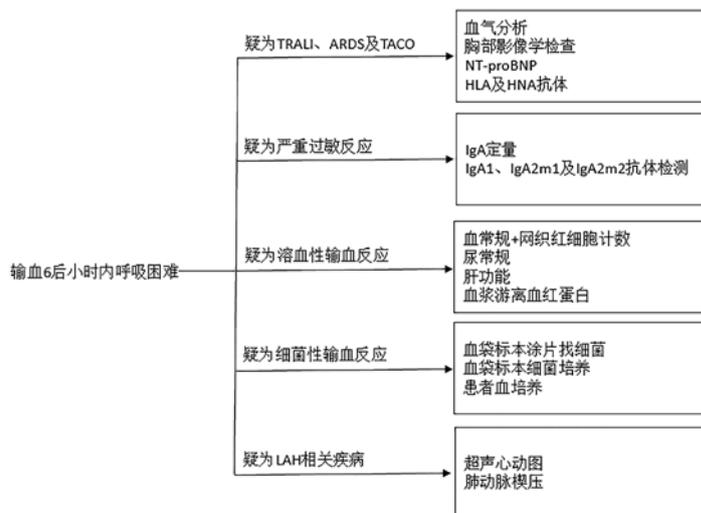
学科、呼吸科及心血管科等领域的专家对TRALI的本质、发病机制及诊治等进行探讨，形成如下TRALI诊治的中国专家共识。

1 TRALI诊断相关的辅助检查

1.1 TRALI诊断相关辅助检查的推荐

对输血开始到输血后6 h内出现的呼吸困难，我们建议按图1的策略完善辅助检查（如果具备检查条件的情况下）。

推荐1 TRALI诊断相关的基本辅助检查：输血开



注：ARDS: acute respiratory distress syndrome（急性呼吸窘迫综合征），TACO: transfusion-associated circulatory overload（输血相关的循环超负荷），HNA: human neutrophil alloantigen（中性粒细胞特异性抗原），NT-proBNP: N terminal pro B type natriuretic peptide（氨基末端脑钠肽前体），LAH: left atrial hypertension（左房高压）。

图1 TRALI诊断相关的辅助检查及其选择流程

始到输血后6 h内出现呼吸困难的患者, 一般考虑为TRALI、ARDS及TACO中的一种, 均应对患者进行血气分析、胸部影像学(胸片或胸部CT检查)及NT-proBNP检查, 对供血者进行HLA、HNA抗体检查, 以便进行相关的鉴别诊断。

推荐2 与严重过敏性输血反应(allergic transfusion reactions, ATR)相关的辅助检查: 输血开始到输血后6 h内出现呼吸困难疑为严重ATR时, 应查IgA定量、IgA1、IgA2m1及IgA2m2抗体, 目的是明确是否因IgA缺乏引起的严重ATR。

推荐3 与细菌污染性输血反应(septic transfusion reactions, STR)相关的辅助检查: 输血开始到输血后6 h内出现呼吸困难疑为STR时, 应采血袋、患者血标本作细菌学检查包括直接涂片进行革兰氏染色检查和细菌培养检查, 目的是明确是否STR。

推荐4 与溶血性输血反应(hemolytic transfusion reaction, HTR)相关的辅助检查: 输血开始到输血后6 h内出现呼吸困难疑为HTR时, 应查血常规+网织红细胞(reticulocyte, Ret)、尿常规、肝功能及血浆游离血红蛋白检查, 目的是明确是否HTR。

推荐5 与LAH相关的辅助检查: 输血开始到输血后6 h内出现呼吸困难疑为LAH相关疾病时, 可行超声心动图检查及肺动脉楔压(pulmonary artery wedge pressure, PAWP)测定, 目的是明确是否LAH的相关疾病。

1.2 TRALI诊断相关辅助检查推荐的依据

对输血开始到输血后6 h内出现呼吸困难的患者按以上策略进行辅助检查是基于以下两方面考虑: 一方面, 从输血开始到输血后6 h内出现呼吸困难主要与TRALI、ARDS及TACO有关, 而LAH相关疾病、严重的ATR、STR及HTR也可以出现以上表现^[2]。另一方面, 所推荐检查项目有助于诊断、鉴别这些疾病。

1.2.1 血气分析、胸部影像学、NT-proBNP、供者HLA和HNA抗体的检查及其意义

血气分析可反映患者缺氧等情况。正常情况下, 氧合指数即动脉血氧分压(PaO_2)/吸入氧浓度百分比(FiO_2)为400~500 mmHg, 动脉血氧饱和度(SaO_2)为96%~100%。TRALI时, 氧合指数 ≤ 300 mmHg, 室内环境下 $\text{SaO}_2 < 90\%$ ^[6, 13]。

胸部影像学检查可了解患者肺部病灶情况, 典型的TRALI胸部影像学表现是两肺斑片状密度增高影^[13-14]。

NT-proBNP是评估急性充血性心衰的指标^[15-17],

NT-proBNP的正常值与年龄相关, 75岁以下人群的NT-proBNP < 125 pg/mL, 75岁以上人群的NT-proBNP < 450 pg/mL。TRALI时检测NT-proBNP的目的是有利于鉴别TRALI与TACO。TRALI时NT-proBNP正常或轻度升高, 而TACO时NT-proBNP明显升高, 一般 $> 1\ 200$ pg/mL^[18-19]。患者输血后出现呼吸困难时应立即采静脉血标本做NT-proBNP检测, 以确定是否为TACO。

献血者HLA、HNA抗体的检测可了解献血者是否存在以上抗体。应该注意的是, 献血者血标本存在HLA、HNA抗体, 支持TRALI的诊断^[20-21], 但献血者血标本不存在HLA、HNA抗体则不能排除TRALI的诊断^[14, 22]。

1.2.2 IgA或IgA抗体的检测及其意义

对IgA甚至IgA亚型包括IgA1、IgA2m1及IgA2m2进行检测有利于诊断反复输血引起的严重ATR。反复输血出现严重的ATR与患者存在IgA或者IgA的某种亚型水平低下或者出现IgA1、IgA2m1及IgA2m2的抗体有关^[23-24]。

1.2.3 血袋、患者血标本细菌涂片、细菌培养检查及其意义

血袋标本直接涂片作革兰氏染色如找到细菌或作细菌培养培养出细菌与患者血涂片、培养结果一致则支持STR的诊断^[14]。

1.2.4 血常规+Ret、尿常规、肝功能检查及血浆游离血红蛋白检测及其意义

血常规检查如输血后患者血红蛋白低, 白细胞及Ret增高, 支持HTR的诊断。

肝功能检查如患者间接胆红素升高, 提示患者可能存在血管外溶血^[25]。而尿常规检查如果患者尿中出现血红蛋白尿或血浆游离血红蛋白检测显示血浆游离血红蛋白升高则提示患者存在血管内容血^[26-27]。

1.2.5 超声心动图检查和PAWP检测及其意义

超声心动图检查、PAWP检测可了解是否LAH及LAH的程度^[14]。PAWP的正常值是6~15 mmHg, PAWP达15~25 mmHg时可出现明显肺淤血, 达25~35 mmHg时表现为间质性肺水肿, 大于35 mmHg时则提示发生急性肺水肿。

2 TRALI的诊断与鉴别诊断

2.1 推荐的TRALI诊断标准、分型及推荐的依据

2.1.1 推荐的TRALI诊断、分型标准

推荐6 TRALI的诊断标准: 本共识推荐的TRALI诊断标准见表1。同时符合基本标准和排除标准者, 可诊断为TRALI。我们简称TRALI的诊断标准为

SDP-noSLATHA，其中，SDP是取三项基本标准中每项标准的主要单词包括“6小时（six hour）”、“呼吸困难（despnea）”及“肺水肿（pulmonary edema）”英文的首写字母的排列。No是“非”或“可以除外”的意思。SLATHA是取需要排除的几个

病症包括“细菌污染性输血反应（STR）”、“LAH相关疾病”、“过敏性输血反应（ATR）”、“输血相关性循环超负荷（TACO）”、“溶血性输血反应（HTR）”及“急性呼吸窘迫综合征（ARDS）”英文的首写字母的排列。

表1 TRALI诊断标准（SDP-noSLATHA）

基本标准（SDP）：

- ①S：输血期间或输血6小时（six hour）内起病。
- ②D：主要表现为呼吸困难（despnea），氧合指数 ≤ 300 或室内环境下 $SpO_2 < 90\%$ 。
- ③P：影像学显示双肺水肿（pulmonary edema）或者双肺水肿病灶较输血前加重。

排除标准（noSLATHA）：

能够除外细菌污染性输血反应（STR）、LAH相关疾病、过敏性输血反应（ATR）、输血相关性循环超负荷（TACO）、溶血性输血反应（HTR）及急性呼吸窘迫综合征（ARDS）等。

推荐7 TRALI的分型标准：本共识推荐将TRALI分为两型即TRALI I型和TRALI II型。TRALI I型指只符合TRALI的SDP-noSLATHA诊断标准但不具备任何一项ARDS诱因的TRALI。TRALI II型指符合

TRALI的SDP-noSLATHA诊断标准又具备一项或一项以上ARDS诱因的TRALI。

TRALI相关诊断中涉及的TRALI与ARDS诱发因素见表2。

表2 TRALI、ARDS的危险因素

TRALI的诱发因素	ARDS的诱发因素
心脏手术	脓毒症
输血前血浆IL-8水平升高	非心源性休克
峰值压力 > 30 cm H ₂ O的机械通风	大量输血
长期酗酒史	肺炎
当前吸烟	胃内容物吸入
正性液体平衡	吸入性损伤
较高的APACHE II分数	肺挫伤
高龄	TRALI
终末期肝病	肺血管炎
产后出血	溺水
肝移植手术	严重创伤
血栓性微血管病	胰腺炎
需要多次输血的手术	严重烧伤
血液恶性肿瘤	药物过量

2.1.2 推荐的TRALI诊断标准、分型的依据

本共识推荐的TRALI诊断标准基本参照2019年发布的新的TRALI诊断标准^[6]，该诊断标准由来自阿姆斯特丹医学中心重症监护医学系、实验重症监护和麻醉学实验室的Vlaar教授牵头制订^[6]。2019年TRALI新的诊断标准有些问题不符合临床医师的思维习惯，可能影响临床医师对TRALI的认识。本共识只是对以上新的TRALI诊断标准进行了简单的调整：

2.1.2.1 新的TRALI诊断标准中，诊断标准与鉴别诊断没有分开^[6]。本共识将TRALI的诊断与鉴别诊断分别整合在一起，比较符合临床医师的思维习惯。

2.1.2.2 新的TRALI诊断标准把“没有LAH”作为

TRALI最基本的诊断标准之一^[6]。本共识认为LAH少见，又属于排除诊断内容，故把排除LAH作为鉴别诊断内容列入TRALI的诊断标准中。

关于TRALI相关诊断中涉及的TRALI与ARDS诱发因素完全参照文献进行推荐^[1, 6, 28]，本共识没有修改。

2.2 TRALI鉴别诊断的推荐及其依据

2.2.1 TRALI的鉴别诊断

TRALI的鉴别诊断的主要流程如图2。TRALI主要需要与TACO及ARDS相鉴别，其鉴别要点见表3、4^[6, 29-30]。此外，TRALI还需要与严重ATR、HTR、STR及LAH相关的疾病相鉴别。

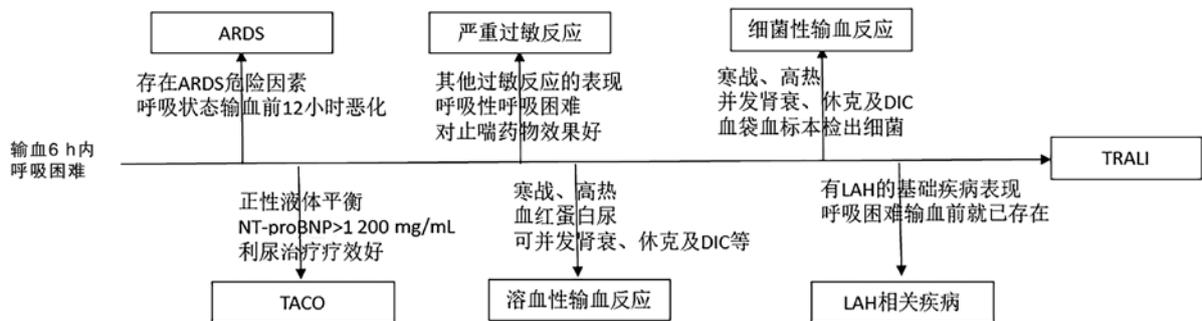


图2 TRALI的鉴别诊断流程

推荐8 TRALI与TACO的鉴别要点：TRALI与TACO的相同点是两者都表现为①突发性呼吸困难；②两肺弥漫性浸润病灶。但是，TACO的如下表现是TRALI所没有的即①正性液体平衡（患者存在心肺疾病或输入的液体过多过快等）；②NT-proBNP>1 200 mg/

mL；③利尿治疗疗效好（详见表3、4）。

推荐9 TRALI与TRALI/TACO的鉴别要点：TRALI只有TRALI的相关表现，而TRALI/TACO同时具有TRALI和TACO的表现，两者无法进行准确的区分（详见表3）。

表3 TRALI与TACO的比较和鉴别

特点	TACO	TRALI
危险因素	心衰、肾衰及高龄	败血症、手术及大量输血
发热	一般无	常常有
血压	血压增高	血压降低
脉压差增大	有	无
体重增加	有	无
正性液体平衡	有	无
胸片	弥漫性双侧浸润、Kerley B线、支气管周围袖套	双侧弥漫性浸润、一般无胸水
肺水肿液	漏出液	渗出液
NT- proBNP	>1 200 pg/mL	<200 pg/mL
白细胞抗体	一般无	一般有
对利尿剂反应	好	差

表4 TRALI与ARDS等的比较和鉴别

特点	TRALI I型	TRALI II型	ARDS	TRALI/TACO	TACO
低氧血症	有	有	有	有	可能有
肺水肿影像	有	有	有	有	可能有
6 h内起病	是	是	是	是	是
ARDS危险因素	无	有※	有#	不一定*	不适用
LAH升高	无或轻度	无或轻度	无或轻度	不一定	有

注：※：呼吸状况在输血前12 h已经改善。#：呼吸状况在输血前12 h已经恶化。*：如果有，则呼吸情况在输血前12 h已经改善。

推荐10 TRALI与ARDS的鉴别要点：TRALI与ARDS的共同点是两者都表现为①突发性呼吸困难；②两肺水肿病灶，其鉴别是困难的（表3）^[1,28-29,31]。对于输血开始到输血后6 h出现呼吸困难的患者到底应该诊断为TRALI还是ARDS?我们对此作了特别规定，详见表5。

推荐11 TRALI与ATR的鉴别要点：严重的ATR可以出现过敏性哮喘，也可以在输血期间或者输血后

6 h内出现突发性呼吸困难。但是，严重ATR的患者往往存在其他过敏反应的表现，肺部有明显的哮鸣音，对止喘药物效果好，可借此与TRALI鉴别。

推荐12 TRALI与STR的鉴别要点：严重的STR也可以出现呼吸困难，但患者主要表现为寒战、高热，还可以并发肾衰、休克及DIC，其血袋血标本涂片可找到细菌或培养出细菌，可借此与TRALI相鉴别。

表5 TRALI、ARDS诊断的特别规定

具备以下三项之一者应诊断为TRALI:

- a. 没有ARDS的危险因素者。
- b. 献血者血标本检出HLA、HNA抗体者（即便存在ARDS危险因素也诊断为TRALI）。
- c. 同时存在TRALI及ARDS的危险因素者，但 $200\text{ mmHg} < \text{氧合指数} \leq 300\text{ mmHg}$ 。

同时具备以下二项之一者诊断为ARDS:

- a. 只存在ARDS危险因素、献血者血标本HLA、HNA抗体阴性的患者。
- b. 同时存在TRALI及ARDS的危险因素，氧合指数 $\leq 200\text{ mmHg}$ 者。

推荐13 TRALI与HTR的鉴别要点：严重的HTR也可以出现突发性呼吸困难，但是，严重的HTR常常先表现为寒战、高热，会出现血红蛋白尿，甚至可以并发肾衰、休克及DIC等，可借此与TRALI鉴别。

推荐14 TRALI与表现为LAH相关疾病的鉴别要点：LAH可引起肺淤血从而表现为呼吸困难，但表现为LAH的疾病在输血前就已经存在，患者有LAH基础疾病的其他表现，可以与TRALI进行鉴别。如果鉴别困难，可以考虑行超声心动图检查、PAWP测定协助鉴别。

2.2.2 TRALI鉴别诊断推荐的依据

从输血开始到输血后6 h内可以出现呼吸困难的包括STR、LAH的相关疾病、严重的ATR、TACO、HTR及ARDS^[1, 32]。我们是根据这些疾病的症状、体征及辅助检查的特点并参照文献提出了它们之间的鉴别要点^[1, 28-29]。

在这些疾病或输血反应中，TRALI与ARDS的鉴别尤其困难！所以我们确定了应该诊断为TRALI或者ARDS的几种情况。但是，TRALI在某些情况下与ARDS的界线仍然非常模糊^[1, 28-29]，我们鼓励在TRALI与ARDS的鉴别困难时采用更多的技术、方法，以更好地鉴别它们。

3 推荐TRALI的预防措施及推荐的依据

3.1 推荐TRALI的预防措施

推荐15 减少血液成分的使用：推荐通过科学合理用血、减少血液成分使用的办法预防TRALI的发生。

推荐16 滤除血液成分中的白细胞：推荐通过滤除血液成分中的白细胞的办法预防TRALI的发生。

推荐17 避免使用HLA、HNA抗体阳性的血液成分：推荐通过排除高危捐献者或筛查排除HLA、HNA抗体阳性的血液成分预防TRALI。

3.2 推荐TRALI预防措施的依据

推荐预防TRALI以上措施是基于以下的研究发现。

输血即可能出现包括TRALI在内的输血反应的

发生，减少不必要的输血，既可以减少血液成分的费用，又可以减少TRALI的发生，应该作为预防TRALI的一项基本措施加以推行。

用白细胞滤器将血液成分中的白细胞滤除可以降低83%的TRALI发生^[33]。其作用机制包括降低HLA抗体的形成，减少各种炎症介质如白细胞介素-6（interleukin-6，IL-6），白细胞介素-8（interleukin-8，IL-8）及人巨噬细胞趋化蛋白-1（human macrophage chemoattractant protein-1，MCP-1）等^[34]。

2007年美国红十字会采用了以男性为主的血浆捐献策略，随后TRALI的发生率减少了80%^[35]。排除高危捐献者的措施包括推行男性、未孕女性、或经证实HLA及HNA抗体阴性的已孕女性为捐献者等。如果未能执行上述策略，也可以通过筛查排除HLA、HNA抗体阳性的血液成分的办法减少TRALI的发生^[36]。

预防TRALI的其他措施包括通过洗涤的方法或者通过利用溶剂/洗涤剂替代血浆的办法减少血液成分中的血浆，目的是减少血液成分中的抗体从而减少TRALI^[37]。应该注意的是，这些方法并不能杜绝TRALI的发生^[38]。

4 推荐TRALI的治疗措施及推荐的依据

4.1 推荐TRALI的治疗措施

治疗TRALI的措施推荐如下。其中，停止输血、普通氧疗、糖皮质激素和其他药物治疗为一线治疗，而机械通气治疗为二线治疗，体外膜肺氧合（extracorporeal membrane oxygenation，ECMO）治疗为三线治疗。一线治疗由患者所在科室决定，而二、三线治疗由患者所在科室和重症监护病房共同决定。

推荐18 停止输血：一旦疑诊TRALI应停止输血，还应该慎重使用血液制品，这是治疗TRALI的基础。

推荐19 普通氧疗：TRALI患者， $88\% > \text{SaO}_2 > 80\%$ 时选择储存氧面罩高流量氧疗或无创通气。 $\text{SaO}_2 < 80\%$ 时，选择面罩或鼻导管给氧。如果患者存在二

氧化碳滞留的危险因素，普通氧疗的目标是维持 SaO_2 在88%~93%间。如果患者不存在以上因素，则普通氧疗的目标是维持 SaO_2 在94%~98%。普通氧疗后，病情稳定、 SaO_2 稳定维持在目标区间上限达4~8 h，可逐渐降低吸入氧的浓度直至停止普通氧疗。

推荐20 糖皮质激素治疗：患者确诊为TRALI时，可用地塞米松10~40 mg/d，静脉推注，一般用2~3 d。

推荐21 其他药物治疗：IL-10、抗血小板治疗及抗补体治疗等也可以用于治疗TRALI。

推荐22 机械通气治疗：患者出现了急性低氧性呼吸衰竭是机械通气治疗最主要的适应证，包括以下两种基本类型：①提高吸入氧浓度后的低氧血症，TRALI患者的低氧血症经过提高吸入氧浓度，患者 PaO_2 仍然 <60 mmHg；伴或不伴有②高碳酸血症，其典型特征是动脉血二氧化碳分压（ PaCO_2 ）升高 >50 mmHg。

推荐23 ECMO治疗：一般采用静脉-静脉ECMO（VV-ECMO），如果出现循环衰竭，可采用静脉-动脉ECMO（VA-ECMO）。其中，VV-ECMO常见适应证包括以下一项或多项：①低氧性呼吸衰竭（ $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 80$ mmHg），经过最佳医疗管理，包括在没有禁忌证的情况下进行俯卧位通气等治疗后。②尽管采用了最佳的常规机械通气（呼吸频率35 bpm，平台压力 $[\text{Pplat}] \leq 30$ cm H_2O ），但仍存在高碳酸血症性呼吸衰竭（ $\text{pH} < 7.25$ ）。

4.2 推荐TRALI治疗措施的依据

对怀疑为TRALI的患者即应暂停输血，因为输血是导致TRALI发生的根本原因，TRALI的抢救应该基于暂停输血这一基础上^[39]。一旦确诊TRALI，相关的血液成分不应继续输入。应该注意的是，人血免疫球蛋白等血液制品也可以引起TRALI，因此对于TRALI患者也应慎重使用^[40-42]。

本共识有关TRALI普通氧疗的适应证、方式、目标、维持与撤离按急诊氧疗专家组推荐的《急诊氧疗专家共识》等^[1, 43]。

本共识是按文献对糖皮质激素治疗进行推荐的^[44-45]。值得说明的是，TRALI时使用糖皮质激素治疗是存在争议的。还应该注意的是，糖皮质激素可以使溃疡病并上消化道出血的病情加重，可以使结核病的患者结核播散^[46-47]。如果患者属于以上两种情况，一定要充分评估使用糖皮质激素对患者的影响，不要轻易使用特别是不要轻易使用大剂量的糖皮质激素。

TRALI潜在的药物治疗方法还包括IL-10、抗血

小板治疗及抗补体治疗等，但这些治疗方法尚不成熟，其确切疗效仍有待观察^[48-51]。

TRALI患者中约70%~90%需要机械辅助呼吸，本共识推荐的TRALI患者使用机械通气治疗的适应证基本按文献^[52]。

在TRALI的抢救过程中，如果经过机械通气治疗，患者病情无好转，应考虑ECMO治疗^[53]。本共识推荐的ECMO治疗适应证参照中国医师协会呼吸医师分会危重症医学专业委员会、中华医学会呼吸病学分会危重症医学学组提出的《体外膜式氧合治疗成人重症呼吸衰竭推荐意见》等文献^[54-55]。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

共同第一作者（按姓氏笔画）

于洋（解放军总医院第一医学中心输血医学科），于天为（北京大学肿瘤医院内蒙古医院输血医学科），文军（新疆维吾尔自治区人民医院输血科），尹文（空军军医大学第一附属医院输血科），王宝燕（西安交通大学第一附属医院输血科），王珏（中国医学科学院输血研究所），王新华（航天中心医院输血科），冯志文（广西柳州市柳铁中心医院输血科），付丹晖（福建医科大学附属协和医院输血科/血液科），石海燕（淄博市第一医院输血科），刘会兰（中国科学技术大学附属第一医院输血科），刘燕明（北京医院输血科），刘昱（西安交通大学第一附属医院重症医学科），刘峰（广西医科大学第一附属医院输血科），任崢（银川市第一人民医院检验科），朱培元（南京中医药大学附属南京中医院输血科），朱发明（浙江省血液中心），陈发文（福建省立医院输血科），陈进凡（甘肃省中医院输血科），陈晓琳（张掖市中心血站），陈志娇（宁夏医科大学总医院输血科），李丽敏（广西柳州市人民医院输血科），李玲（成都市第三人民医院输血科），李尊严（北华大学附属医院输血科），邱明（桂林医学院附属医院输血科），祁萍萍（广西医科大学第二附属医院输血科），苏茜（柳州市工人医院输血科），杜春红（天津医科大学总医院输血科），吴巨峰（海南省人民医院输血科），张光文（广西钦州市第一人民医院输血科），张婵（云南省第一人民医院输血科），陆华（重庆医科大学附属第二医院输血科），罗军（广西医科大学第一附属医院血液科），庞德（广西玉林市第一人民医院输血科），单桂秋（南部战区总医院输血医学科），郭建荣（海军军医大学附属公利医院麻醉与围术期医学部），骆群（解放军总医院第五医学中心输血医学科），祝丽丽（贵州医科大学附属医院

输血科), 钱宝华(海军军医大学第一附属医院输血科), 唐长玖(江西省人民医院输血科), 唐任光(广西右江民族医学院附属医院输血科), 夏荣(复旦大学附属华山医院输血医学科), 赵学涛(河北医科大学第四附属医院输血科), 黄华华(广西壮族自治区民族医院输血科), 黄凯(广西医科大学第一附属医院心血管内科), 黄妮雯(贵州医科大学附属医院呼吸与危重症医学科), 黄远帅(西南医科大学附属医院输血科), 桂嵘(中南大学湘雅三医院输血科), 彭宏凌(中南大学湘雅二医院血液科), 董伟群(昆明医科大学第一附属医院输血科), 谢珏(浙江大学医学院附属第一医院输血科), 黎海澜(广西壮族自治区人民医院输血科), 潘健(《临床输血与检验》杂志编辑部), 穆士杰(空军军医大学第二附属医院输血科), 周华友(南方医科大学南方医院输血科), 周树生(中国科学技术大学附属第一医院急诊医学科), 周吉成(广西医科大学第一附属医院血液科、输血科), 谭彬宾(广西医科大学第一附属医院输血科), 魏亚明(广州市第一人民医院输血医学科)

参考文献

- [1] KULDANEK S A, KELHER M, SILLIMAN C C. Risk factors, management and prevention of transfusion-related acute lung injury: a comprehensive update[J]. *Expert Rev Hematol*, 2019, 12(9): 773-785.
- [2] VLAAR A, KLEINMAN S. An update of the transfusion-related acute lung injury (TRALI) definition[J]. *Tjh*, 2019, 36(4): 282-283.
- [3] VLAAR A P J, KLEINMAN S. An update of the transfusion-related acute lung injury (TRALI): a proposed modified definition and classification scheme definition[J]. *Indian J Hematol Blood Transfus*, 2020, 36(3): 556-558.
- [4] MÜLLER MARCELLA C A, DANIELLE V S, BINNEKADE JAN M, et al. Low-risk transfusion-related acute lung injury donor strategies and the impact on the onset of transfusion-related acute lung injury: a meta-analysis[J]. *Transfusion*, 2015, 55(1): 164-75.
- [5] FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Fatalities Reported to FDA Following Blood Collection and Transfusion Annual Summary for FY2021.[EB/OL]. (2023-09-25) [2022-10-24]. <https://www.fda.gov/media/172382/download?attachment>.
- [6] VLAAR ALEXANDER P J, PEARL T, MARK F, et al. A consensus redefinition of transfusion-related acute lung injury[J]. *Transfusion*, 2019, 59(7): 2465-2476.
- [7] MAGOON R, WALIAN A, KOHLI J K, et al. Characterising TRALI: newer insights![J]. *Anaesth Crit Care Pain Med*, 2020, 39(5): 635-636.
- [8] 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.
- [9] ZEEUW VAN DER LAAN EAN, VAN DER VELDEN S, PORCELIJN L, et al. Update on the pathophysiology of transfusion-related acute lung injury[J]. *Curr Opin Hematol*. 2020; 27(6): 386-391.
- [10] TOY P. Update on transfusion-related acute lung injury[J]. *Clin Adv Hematol Oncol*, 2019, 17(7): 378-381.
- [11] DE CLIPPEL D, EMONDS M P, COMPERNOLLE V. Are we underestimating reverse TRALI?[J]. *Transfusion*, 2019, 59(9): 2788-2793.
- [12] PETERS A L, VAN DE WEERDT E K, PRINSZE F, et al. Donor characteristics do not influence transfusion-related acute lung injury incidence in a secondary analysis of two case-control studies[J]. *Transfus Clin Biol*, 2019, 26(1): 10-17.
- [13] 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: 100926.
- [14] MIDDELBURG RUTGER A, DANIELLE V S, ERNEST B, et al. The role of donor antibodies in the pathogenesis of transfusion-related acute lung injury: a systematic review[J]. *Transfusion*, 2008, 48(10): 2167-76.
- [15] CAO, JIA, ZHU. BNP and NT-proBNP as diagnostic biomarkers for cardiac dysfunction in both clinical and forensic medicine[J]. *Int J Mol Sci*, 2019, 20(8): 1820.
- [16] CUNNINGHAM J W, MYHRE P L. NT-proBNP response to Heart Failure Therapies[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 78(13): 1333-1336.
- [17] FARNSWORTH C W, BAILEY A L, JAFFE A S, et al. Diagnostic concordance between NT-proBNP and BNP for suspected heart failure[J]. *Clin Biochem*, 2018, 59: 50-55.
- [18] CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. National healthcare safety network biovigilance component haemovigilance module surveillance protocol (V2.8).[EB/OL]. (2023-02-06) [2023-10-24]. <https://www.cdc.gov/nhsn/pdfs/biovigilance/bv-hv-protocol-current.pdf>.
- [19] INTERNATIONAL SOCIETY OF BLOOD

- TRANSFUSION WORKING PARTY ON HAEMOVIGILANCE. Transfusion-associated circulatory overload (TACO) definition(2018).[EB/OL].(2019-05-01)[2023-10-24].<https://www.isbtweb.org/resource/tacodefinition.html>.
- [20] STORCH E K, HILLYER C D, SHAZ B H. Spotlight on pathogenesis of TRALI:HNA-3a (CTL2) antibodies[J]. *Blood*, 2014, 124(12):1868-1872.
- [21] BERTHOLD T, SCHUBERT N, MUSCHTER S, et al. HNA antibody-mediated neutrophil aggregation is dependent on serine protease activity[J]. *Vox Sang*, 2015, 109(4):366-74.
- [22] VAN STEIN D, BECKERS E A M, PETERS A L, et al. Underdiagnosing of antibody-mediated transfusion-related acute lung injury: evaluation of cellular-based versus bead-based techniques[J]. *Vox Sang*, 2016, 111(1):71-8.
- [23] SOUTAR R, MCSPORRAN W, TOMLINSON T, et al. Guideline on the investigation and management of acute transfusion reactions[J]. *Br J Haematol*, 2023, 201(5):832-844.
- [24] ANANI W, TRIULZI D, YAZER M H, et al. Relative IgA-deficient recipients have an increased risk of severe allergic transfusion reactions[J]. *Vox Sang*, 2014, 107(4):389-392.
- [25] GERTZ M A. Updates on the diagnosis and management of cold autoimmune hemolytic Anemia[J]. *Hematol Oncol Clin North Am*, 2022, 36(2):341-352.
- [26] IACOPUCCI A P M, DA SILVA PEREIRA P, PEREIRA D A, et al. Intravascular hemolysis leads to exaggerated corpus cavernosum relaxation: implication for priapism in sickle cell disease[J]. *FASEB J*, 2022, 36(10): e22535.
- [27] SAYLOR D M, BUEHLER P W, BROWN R P, et al. Predicting plasma free hemoglobin levels in patients due to medical device-related hemolysis[J]. *ASAIO J*, 2019, 65(3):207-218.
- [28] SEMPLE J W, REBETZ J, KAPUR R. Transfusion-associated circulatory overload and transfusion-related acute lung injury[J]. *Blood*, 2019, 133(17):1840-1853.
- [29] VAN DEN AKKER T A, GRIMES Z M, FRIEDMAN M T. Transfusion-associated circulatory overload and transfusion-related acute lung injury: a review of underreported entities with current updates[J]. *Am J Clin Pathol*, 2021, 156(4):529-539.
- [30] YOKOYAMA A, SAKAMOTO Y, JO T, et al. Pulmonary disease as a risk factor for transfusion-related acute lung injury[J]. *ERJ Open Res*, 2021, 7(3):00039-02021.
- [31] AUBRON C, HOURMANT B, MENGUY J, et al. Transfusion-related respiratory complications in intensive care: a diagnosis challenge[J]. *Transfus Clin Biol*, 2021, 28(4):344-348.
- [32] MARCHIORI E, HOCHHEGGER B, ZANETTI G. Transfusion-related acute lung injury: an uncommon cause of pulmonary edema[J]. *J Bras Pneumol*, 2023: e20230175.
- [33] BLUMBERG N, HEAL J M, GETTINGS K F, et al. An association between decreased cardiopulmonary complications (transfusion-related acute lung injury and transfusion-associated circulatory overload) and implementation of universal leukoreduction of blood transfusions[J]. *Transfusion*, 2010, 50(12):2738-2744.
- [34] SILLIMAN C C, MOORE E E, KELHER M R, et al. Identification of lipids that accumulate during the routine storage of prestorage leukoreduced red blood cells and cause acute lung injury[J]. *Transfusion*, 2011, 51(12):2549-2554.
- [35] EDER A F, DY B A, PEREZ J M, et al. The residual risk of transfusion-related acute lung injury at the American Red Cross (2008-2011): limitations of a predominantly male-donor plasma mitigation strategy[J]. *Transfusion*, 2013, 53(7):1442-1449.
- [36] EDER A F, HERRON R M, STRUPP A, et al. Effective reduction of transfusion-related acute lung injury risk with male-predominant plasma strategy in the American Red Cross (2006-2008)[J]. *Transfusion*, 2010, 50(8):1732-1742.
- [37] LOH Y S, TAN S, KWOK M, et al. Reduction of biological response modifiers in the supernatant of washed paediatric red blood cells[J]. *Vox Sang*, 2016, 111(4):365-373.
- [38] KLANDERMAN R B, BULLE E B, HEIJNEN J W M, et al. Reported transfusion-related acute lung injury associated with solvent/detergent plasma - A case series[J]. *Transfusion*, 2022, 62(3):594-599.
- [39] YU Y H, LIAN Z Q. Update on transfusion-related acute lung injury: an overview of its pathogenesis and management[J]. *Front Immunol*, 2023, 14:1175387.
- [40] PEGLER J R M, CASTRO A P B M, PASTORINO A C, et al. Transfusion-related acute lung injury associated to intravenous immunoglobulin infusion in a pediatric patient[J]. *Einstein Sao Palo Braz*, 2020, 18: eRC5606.
- [41] IBRAHIM J, AL AMRI A, GHATASHEH G. Transfusion-related acute lung injury after immunoglobulin infusion for Kawasaki disease: a case report and literature review[J]. *Glob Pediatr Health*, 2017, 4:2333794X1774654.

- [42] BAUDEL J L,VIGNERON C,PRAS-LANDRE V,et al.Transfusion-related acute lung injury (TRALI) after intravenous immunoglobulins:French multicentre study and literature review[J].Clin Rheumatol,2020,39(2):541-546.
- [43] 急诊氧气治疗专家共识组.急诊氧气治疗专家共识[J].中华急诊医学杂志,2018,27(4):355-360.
- [44] YANG Z G,LEI X L,LI X L.Early application of low-dose glucocorticoid improves acute respiratory distress syndrome:a meta-analysis of randomized controlled trials[J].Exp Ther Med,2017,13(4):1215-1224.
- [45] 付涌水,主编.临床输血[M].第3版.北京:人民卫生出版社,2013:293-294.
- [46] VAN DER GOES M C,JACOBS J W,BIJLSMA J W.The value of glucocorticoid co-therapy in different rheumatic diseases - positive and adverse effects[J].Arthritis Res Ther,2014,16(2):1-13.
- [47] CAPLAN A,FETT N,ROSENBAACH M,et al.Prevention and management of glucocorticoid-induced side effects:a comprehensive review[J].J Am Acad Dermatol,2017,76(1):1-9.
- [48] PETERS A L,VAN STEIN D,VLAAR A P J.Antibody-mediated transfusion-related acute lung injury;from discovery to prevention[J].Br J Haematol,2015,170(5):597-614.
- [49] STRAIT R T,HICKS W,BARASA N,et al.MHC class I-specific antibody binding to nonhematopoietic cells drives complement activation to induce transfusion-related acute lung injury in mice[J].J Exp Med,2011,208(12):2525-2544.
- [50] KAPUR R,KIM M,ASLAM R,et al.T regulatory cells and dendritic cells protect against transfusion-related acute lung injury via IL-10[J].Blood,2017,129(18):2557-2569.
- [51] TUINMAN P R,VLAAR A P,BINNENKADE J M,et al.The effect of aspirin in transfusion-related acute lung injury in critically ill patients[J].Anaesthesia,2012,67(6):594-599.
- [52] 葛均波,徐永健,主编.内科学[M].第8版.北京:人民卫生出版社,2013:138-144.
- [53] ISHIDA Y,NAKAZAWA K,ITABASHI T,et al.Transfusion-related acute lung injury under general anesthesia successfully treated with extracorporeal membrane oxygenation:a case report[J].Clin Case Rep,2023,11(5): e7386.
- [54] 中国医师协会呼吸医师分会危重症医学专业委员会,中华医学会呼吸病学分会危重症医学学组.体外膜式氧合治疗成人重症呼吸衰竭推荐意见[J].中华结核和呼吸杂志,2019,42(9):660-684.
- [55] TONNA J E,ABRAMS D,BRODIE D,et al.Management of adult patients supported with venovenous extracorporeal membrane oxygenation (VV ECMO):guideline from the extracorporeal life support organization (ELSO)[J].ASAIO J,2021,67(6):601-610.

(收稿日期: 2023-10-09)

(本文编辑: 王慧茹)