

doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2410119

标准·方案·指南

## 中国儿童输血依赖型地中海贫血输血管理指南（2025年）

中国妇幼保健协会地中海贫血防治专业委员会；中华医学会儿科学分会血液学组；  
全国地中海贫血防治协作网；《中国当代儿科杂志》编辑委员会

**[摘要]** 地中海贫血是一组由于血红蛋白合成障碍导致无效红细胞生成的遗传性疾病，临床表现为轻重不等的慢性贫血。输血依赖型地中海贫血患者终生依赖规律输血和祛铁治疗，规范的输血治疗和正确的输血并发症处理可以保证儿童患者的生长发育和提高患者的生存质量。该指南制订工作组参考国内外指南、专家共识和相关研究，形成这部指南，旨在进一步规范我国儿童输血依赖型地中海贫血的输血管理。

[中国当代儿科杂志, 2025, 27 (5): 505-514]

**[关键词]** 输血依赖型地中海贫血；输血；管理；指南；儿童

### Guideline for transfusion management in Chinese children with transfusion-dependent thalassemia (2025)

Committee of Thalassemia Prevention and Treatment, China Maternal and Child Health Association; Subspecialty Group of Hematology, Society of Pediatrics, Chinese Medical Association; China Thalassemia Prevention and Control Collaboration Network; Editorial Board of Chinese Journal of Contemporary Pediatrics (Chen C, Email: chenchun@mail.sysu.edu.cn; Liu S-X, Email: tiger647@sina.com; Wu X-D, Email: xuedongwu@163.com)

**Abstract:** Thalassemia is a group of hereditary disorders characterized by ineffective erythropoiesis due to hemoglobin synthesis abnormalities, resulting in varying degrees of chronic anemia. Patients with transfusion-dependent thalassemia rely on lifelong regular blood transfusions and iron chelation therapy. Proper transfusion treatment and management of transfusion-related complications are essential to ensure the growth and development of pediatric patients and to improve their quality of life. The guideline working group has developed the guideline by referencing domestic and international guidelines, expert consensus, and relevant studies. The aim is to further standardize the transfusion management of transfusion-dependent thalassemia in children in China.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2025, 27(5): 505-514]

**Key words:** Transfusion-dependent thalassemia; Blood transfusion; Management; Guideline; Child

地中海贫血 (thalassemia, 以下简称地贫) 是一组遗传性疾病, 以血红蛋白 (hemoglobin, Hb) 合成障碍、无效的红细胞生成和轻重不等的慢性贫血为特征<sup>[1]</sup>, 主要分布在地中海、中东、东南亚地区, 我国患者主要分布在广东、广西、海南、福建、云南、贵州、四川、湖南、江西和重庆等地区<sup>[2]</sup>。其中输血依赖型地贫 (transfusion-dependent thalassemia, TDT) 患者终生依赖规律输血和祛铁治疗, 规范的输血治疗和正确的输血并

发症处理可以保证儿童患者的生长发育和提高患者的生存质量。国际地贫协会 (Thalassemia International Federation, TIF) 发布了TDT诊断和治疗指南<sup>[3]</sup>, 国内中华医学会儿科学分会血液学组、儿科学分会血液学组等学术团体也先后制定了TDT诊断和治疗指南<sup>[4-7]</sup>, 指导和规范了TDT患者的临床诊疗, 但是缺乏针对儿童TDT患者输血相关问题的管理指南。为进一步规范儿童TDT的临床输血管理工作, 提升儿童TDT患者的生存质

[收稿日期] 2024-10-28; [接受日期] 2025-03-04

[通信作者] 陈纯, 女, 主任医师, 中山大学附属第七医院儿童血液肿瘤专科, Email: chenchun@mail.sysu.edu.cn; 刘四喜, 男, 主任医师, 深圳市儿童医院血液肿瘤科, Email: tiger647@sina.com; 吴学东, 男, 主任医师, 南方医科大学南方医院儿科, Email: xuedongwu@163.com。

量，减少输血相关并发症的发生，中国妇幼保健协会地中海贫血防治专业委员会、中华医学会儿科学分会血液学组、中国地中海贫血防控网、《中国当代儿科杂志》编辑委员会联合制定了本指南。本指南系统全面地收集、评价和综合现有国内外研究证据，并综合考虑医护人员、患者家属意见以及国内医疗卫生资源现状，邀请国内专家充分讨论，形成推荐意见。本指南供儿科医师、血液内科医师、输血科医师/技师、社区医疗保健工作者、护理人员及从事相关临床、教学、科研和管理工作的专业人员使用，指南推荐意见的目标人群是儿童 TDT 患者。本指南旨在进一步规范我国儿童 TDT 的输血管理。

## 1 指南制订方法

本指南制订工作组由儿童血液科、血液内科、输血科和循证医学等领域的专家组成。通过线下

会议和多层线上会议讨论，广泛征求工作组专家意见，收集临床问题。基于人群、干预、对照和结局 (population, intervention, comparison, and outcome, PICO) 原则，提出和归纳临床问题，然后分别制定包含主题词和自由词的检索策略，并进行系统检索。英文检索数据库包括 PubMed、Embase、Cochrane Library、Web of Science；中文检索数据库包括中国知网、万方数据和中文科技期刊数据库 (维普)。文献检索的时间截至 2024 年 12 月 1 日。文献证据水平和推荐等级采用证据推荐分级的评估、制订与评价 (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation, GRADE) 的方法<sup>[8]</sup>，将证据质量分为高 (A)、中 (B)、低 (C) 和极低 (D) 4 个等级，推荐强度分为强推荐 (1)、弱推荐 (2)，见表 1。此外，依据专家临床经验对尚无直接证据支持的临床问题形成基于专家共识的推荐意见，即良好实践声明 (good practice statement, GPS)<sup>[9]</sup>。

表 1 GRADE 证据质量与推荐强度分级<sup>[8]</sup>

类别	具体描述
证据质量分级	
高 (A)	非常有把握观察值接近真实值
中 (B)	对观察值有中等把握：观察值有可能接近真实值，但也有可能差别很大
低 (C)	对观察值的把握有限：观察值可能与真实值有很大差别
极低 (D)	对观察值几乎没有把握：观察值与真实值可能有极大差别
推荐强度分级	
强 (1)	明确显示干预措施利大于弊或弊大于利
弱 (2)	利弊不确定或无论质量高低的证据均显示利弊相当

## 2 推荐意见及依据

### 2.1 TDT 输血的目标

**推荐意见 1:** 对于明确诊断为 TDT 的患者，规范合理的输血方案有以下益处，即 (1) 保证儿童良好的生长发育需求；(2) 维持可满足正常日常活动的能量状态；(3) 充分抑制无效造血；(4) 将胃肠道的铁吸收降到最低 (1A)。

**推荐说明:** Cazzola 等<sup>[10-11]</sup> 证明了输血前 Hb >90 g/L 的高量输血方案既可以减少红细胞输注，保证儿童的青春期发育和骨骼发育，又可以通过降低促红细胞生成素和转铁蛋白受体水平，充分抑制无效造血和减少胃肠道铁的吸收。Pasricha 等<sup>[12]</sup> 研究证明，该高量输血方案可以通过降低生长分化因子 15 (growth differentiation factor-15) 和

升高铁调素 (hepcidin) 水平，达到抑制无效造血和减少胃肠道铁吸收的目的，并提出铁调素可以作为优化输血方案的临床指标。Atmakusuma 等<sup>[13]</sup> 发现，达到输血前 Hb >90 g/L 高量输血目标值的 TDT 患者的脾脏可以逐渐回缩，减少红细胞破坏。

### 2.2 TDT 输血的方案

**推荐意见 2:** 间隔 2~4 周输血一次，建议输血前 Hb 在 95~105 g/L 之间，输血后 Hb 不超过 130~150 g/L (1A)。罹患心脏疾病、临床严重的骨髓外造血和其他并发症的 TDT 患者输血前 Hb 水平建议在 110~120 g/L 之间 (GPS)。

**推荐说明:** Piomelli 等<sup>[14]</sup> 研究发现，为达到同样的输血前 Hb 水平，3 周间隔输血方案所需红细胞总量要少于 4 周间隔输血方案，但是也表示研究结论受到血站采血质量、单次输血剂量、红细胞

压积 (hematocrit, HCT)、Hb 基线水平、社会家庭因素等诸多影响,而 Cazzola 等<sup>[10-11]</sup>的高量输血方案和 TIF 指南<sup>[3]</sup>均建议输血间隔为 2~4 周,2~4 周的动态调整输血间隔可以满足高量输血方案的需求。具体操作需要临床医师根据患者病情和输血前 Hb 水平变化来动态调整。

Propper 等<sup>[15]</sup>提出,输血前 Hb>120 g/L 并保持平均 Hb 140 g/L 水平的超高量输血方案,因为红细胞破坏速度不变,维持高 Hb 水平不会增加输血量,而后续 Cazzola 等<sup>[10-11]</sup>回顾性对比了输血前 Hb 为 (113±5) g/L 的超高量输血方案和输血前 Hb 水平为 (94±4) g/L 的高量输血方案的红细胞消耗、铁沉积情况,证明超高量输血方案红细胞需求量增多,铁沉积速度加快,而维持输血前 Hb>90 g/L,输血后 Hb <140 g/L 的高量输血方案可达到既定输血目标,又可以最大程度地减少铁过载。Musallam 等<sup>[16]</sup>和 Coates 等<sup>[17]</sup>回顾性研究证实,输血前 Hb >100 g/L 组的长期生存明显提升,进一步证明高量输血方案是合理而有效的。Pasricha 等<sup>[12]</sup>和 Hapgood 等<sup>[18]</sup>研究发现,实现有效的抑制髓外造血,男性 TDT 患者所需的输血前 Hb 水平要比女性 TDT 患者高,这一现象可能是由于男女体内促红细胞生成素基线水平不一致造成的。综合上述研究结果,并结合国内实际情况和 TIF 指南<sup>[3]</sup>,建议输血前 Hb 在 95~105 g/L 之间,输血后 Hb 不超过 130~150 g/L。

一般认为对于罹患心脏疾病、临床严重的骨髓外造血和其他并发症的 TDT 患者,需要达到更高的输血前 Hb 水平,源于 TIF 指南建议和临床经验<sup>[3, 19]</sup>,但目前尚无高质量的临床研究来证实。

**推荐意见 3:** 需要建立安全的输血方案管理制度 (GPS)。

推荐说明:安全的输血方案管理制度包括以下内容,即 (1) 遵守公认的质量和法规指南,采集、检测、筛选、分发和管理红细胞成分血;(2) 由受过规范化输血培训的医护团队给予输血治疗;(3) 有完善的患者知情同意和完善的输血监管体系<sup>[3]</sup>。各国政府和卫生主管部门因地制宜制定指导法规,规范一般输血治疗和流程,我国主要根据卫生部印发的《临床输血技术规范》<sup>[20]</sup>和《医疗机构临床用血管理办法》执行<sup>[21]</sup>。

### 2.3 血型抗原检测

**推荐意见 4:** 第一次输血治疗前,除常规 ABO 及 RhD 血型系统检测,建议完善 Rh 系统 C、c、E、

e 和 MNS 血型检测 (1B),新疆等地区宜覆盖 Kell 抗原 (1C)。

推荐说明:TDT 患者长期依赖输血,发生 ABO 及 RhD 血型以外的错配和同种异体抗体的风险远高于普通受血者。因此,输血医学国际合作指南推荐,地贫患者需要完善 CcEe 和 Kell 血型系统的检测<sup>[22]</sup>。我国卫生部印发的《临床输血技术规范》要求,在进行 ABO 及 Rh (D) 血型系统检测,并完成交叉配血后,方可发血供临床使用<sup>[20]</sup>。近年来,越来越多国内学者报道了 Rh 血型系统中 E、e、C、c 4 种抗原检测的必要性。马婷等<sup>[23]</sup>总结了我国北方 51 283 例住院患者和献血者的 Rh 血型系统,发现前 3 位分布为 DCCee、DCcEe、DCcee,血型分布情况对于南方的广州<sup>[24]</sup>、南宁<sup>[25]</sup>数据存在差异,而姚润等<sup>[26]</sup>对选取了华东、华北、华中、华南、西南、西北和东北地区关于 Rh 系统抗原表型分布的代表性论著进行总结分析,发现上述 3 种常见 Rh 系统抗原表型分布南北差异极大,其中 E 抗原阴性占比在南方地区相对北方地区较大,且 E 抗原的抗原性仅次于 D 抗原,易诱发急性溶血和非溶血性发热等不良反应。

欧美国家罕见 MNS 系统中的 Mur 抗原,在广西壮族和云南怒族的小样本调查中 Mur 抗原阳性率则高达 11.29%~22.65%<sup>[27-29]</sup>,在广东地区 34 419 献血员的筛查中 Mur 抗原阳性率为 7.31%<sup>[27]</sup>。而欧美国家多见的 Kell 系统中的 K 抗原,在中国汉族人群和东亚国家则极为罕见 (<0.01%)<sup>[30-32]</sup>,在新疆维吾尔族和哈萨克族人群中为 1%~2%<sup>[33]</sup>。虽然仍缺少区域内全民筛查数据,但已有较大样本的研究和研究间相互印证:中国不同地区和民族间血型分布存在较大差异,地贫主要分布的“九省一市”有许多少数民族聚居区,不能完全照搬外国经验和指南,所以在汉族人群中建议补充进行 Rh 系统 C、c、E、e 和 MNS 血型检测,新疆等地区加做 K 抗原检测<sup>[34]</sup>。

**推荐意见 5:** 血型鉴定首选基因分型法,尤其是近 3 个月曾接受过输血治疗的 TDT 患者 (2C)。

推荐说明:TDT 患者长期依赖输血,体内存在供者红细胞可能会干扰血清学方法测定抗原,影响结果的正确性。随着聚合酶链反应 (polymerase chain reaction, PCR) 的普及和多重 PCR 试剂盒应用的开展,国内外有多个回顾性对照研究证实,反复输血的各类血红蛋白病患者采用基因分型法鉴定血型准确度更高,血清学不确定的患者仍需要

基因分型法来确定，同时 PCR 检测成本可控<sup>[35-38]</sup>。

## 2.4 血型抗体筛查

**推荐意见 6:** 输血前系统进行输血前不规则抗体筛查和鉴定，尤其是既往曾有同种异体抗体产生的 TDT 患者 (2C)。

推荐说明：2022 年国家卫生健康委员会发布的中华人民共和国卫生行业标准《输血相容性检测标准》<sup>[39]</sup> (WS/T 794-2022) 和美国血液与生物治疗促进协会 (Association for the Advancement of Blood & Biotherapies)<sup>[40]</sup> 均提出，在申请输注红细胞之前，应对受血者进行抗体筛查检测。TDT 患者长期依赖输注来自不同献血员的红细胞，所以出现同种异体抗体的风险很高，不同地区和研究方法 (横断面研究或回顾性研究) 报道其发生率可达 11.4%~15.6%<sup>[41-44]</sup>，明显高于其他需要输血治疗的患者<sup>[34]</sup>。对于多次进行输血治疗的患者，前几

次输血可能由于抗体水平低于目前常用方法的检测低限而未能检出，但由于输入了红细胞抗原，导致“记忆效应”而使抗体效价迅速升高<sup>[45]</sup>。曾产生同种异体抗体的患者，后续再次出现同种抗体和/或自身抗体的风险很高<sup>[43, 46-47]</sup>。同时需要注意的是，回顾性研究发现，欧美人群尽管进行了完整的 Rh 和 Kell 血型检测和配型输血，仍无法避免新的抗体出现<sup>[43, 48]</sup>。美国和印度的前瞻性研究证实，完整的 Rh 和 Kell 血型配型输血后仅能部分减少同种异体抗体的产生，可能还存在新的血型系统或未完全明确的免疫学机制<sup>[41, 49]</sup>。

## 2.5 红细胞成分血的选择

我国现可供临床使用的红细胞成分血主要有悬浮红细胞、去白细胞悬浮红细胞、洗涤红细胞和辐照红细胞等 (表 2)。

表 2 我国现可供临床使用的红细胞成分血种类<sup>[50]</sup>

红细胞成分血	定义和优势	适应证
悬浮红细胞	去除了全血中 90% 以上的血浆，可降低血浆引起的输血不良反应的发生，并减轻了受血者的循环超负荷，HCT 0.50~0.65	适用于普通贫血病人
去白细胞悬浮红细胞	每单位中白细胞 $\leq 1 \times 10^6/L$ 的悬浮红细胞。输注去白细胞悬浮红细胞可有效减少非溶血性发热性输血反应、CMV 感染及同种免疫的发生	需要反复多次输血、发生过非溶血性输血反应的患者
洗涤红细胞	去除了悬浮红细胞中几乎所有血浆成分和部分非红细胞成分，可有效降低过敏、非溶血性发热性输血反应等输血不良反应	对血浆成分过敏，IgA 缺乏，ABO 血型不合的造血干细胞移植血型转换期
辐照红细胞	用放射线辐照灭活淋巴细胞的红细胞成分血，使用辐照强度为 25~30 Gy 的 $\gamma$ 射线对红细胞进行照射，使红细胞成分血中的 T 淋巴细胞失去活性所制成。既往认为可以预防 TA-GVHD 的发生	化疗和移植期间的输血、接受过宫内输血、新生儿换血、近亲输血的患者

注：[HCT] 红细胞压积；[CMV] 巨细胞病毒；[TA-GVHD] 输血相关性移植物抗宿主病；[IgA] 免疫球蛋白 A。

**推荐意见 7:** 推荐儿童 TDT 患者输注去白细胞悬浮红细胞 (1A)，不建议常规输注辐照红细胞 (GPS)。

推荐说明：不管是通过采集时全面白细胞去除方案还是采用床边滤器的去白措施，多个历史对照队列研究证实，输注去白细胞悬浮红细胞可以显著降低非溶血性发热反应 (febrile non-hemolytic transfusion reactions, FNHTR) 和降低巨细胞病毒感染的风险<sup>[51-54]</sup>。现在儿童 TDT 患者常规输注去白细胞悬浮红细胞，也被 TIF 和美国地贫输血指南推荐<sup>[3, 55]</sup>，已经成为临床诊疗常规<sup>[50]</sup>。对于儿童 TDT 是否需要常规输注辐照红细胞的问题，英国血液学会辐照红细胞成分血使用指南<sup>[56]</sup>指出，输注去白细胞悬浮红细胞并不能完全避免输

血相关性移植物抗宿主病 (transfusion-associated graft-versus-host disease, TA-GVHD) 的发生。而美国地贫输血指南和地贫诊疗中心经验指出，辐照后的红细胞可能增加细胞外钾离子和游离 Hb 水平，目前也没有临床证据或随机对照试验证实输注辐照红细胞可预防 TA-GVHD，也没有证据支持儿童 TDT 常规接受辐照红细胞输注可以获益<sup>[55, 57]</sup>。Martínez-Hernández 等<sup>[58]</sup> 开展前瞻性临床研究，在 2018—2023 年间的 150 例单倍体造血干细胞移植的患者中常规给予非辐照的去白细胞悬浮红细胞输注，所有患者均未出现 TA-GVHD，初步证实非辐照去白细胞悬浮红细胞在预防 TA-GVHD 方面已经足够，所以目前没有证据支持儿童 TDT 患者需要常规接受辐照红细胞。

## 2.6 输血治疗

**推荐意见 8:** 推荐儿童 TDT 患者输注 ABO、RhDCcEe、Mur 同型或相容的红细胞 (1B)。

推荐说明: Pujani 等<sup>[41]</sup> 前瞻性研究证实, 严格的 ABO、Rh、Kell 系统配型可能对减少同种异体反应有益处。由于欧美国家多见 Kell 系统中的 K 抗原, 所以输血医学国际合作指南和 TIF 推荐输注 ABO、RhDCcEe、Kell 同型或相容的红细胞<sup>[3, 59]</sup>。前文已做详细阐述中国汉族人群 K 抗原极为罕见, 而 Mur 抗原阳性占比较高, 为预防同种异体抗体的产生, 保障临床输血安全与疗效。所以本指南制订专家组根据已有证据和中国南方血型抗原分布特点, 推荐儿童 TDT 患者输注 ABO、RhDCcEe、Mur 同型或相容的红细胞。儿童 TDT 患者与供者 Rh 表型选择方案推荐见表 3。

表 3 儿童 TDT 患者与供者 Rh 表型选择方案<sup>[5]</sup>

患者 Rh 表型	供者 Rh 表型选择 (首选)		供者 Rh 表型选择 (次选)
	同型	相容	cE、Ce、ce 或 CE 同型
CCee	CCee	-	Ccee
CeEe	CeEe	所有表型	-
Ccee	Ccee	CCee、ccee	CCEe
ccEE	ccEE	-	ccEe、CcEE
ccEe	ccEe	ccEE、ccee	CcEE、Ccee
CCEe	CCEe	CCee、CCEE	Ccee
Ccee	Ccee	-	Ccee
CcEE	CcEE	ccEE、CCEE	ccEe、CCEe
CCEE	CCEE	-	CcEE、CCEe

注: [TDT] 输血依赖型地中海贫血。-表示无相应选择。

**推荐意见 9:** 儿童 TDT 患者红细胞输注速度为 5 mL/(kg·h), 最大输注速度≤150 mL/h, 建议为婴幼儿准备小容量的去白细胞悬浮红细胞 (GPS)。

推荐说明: 按照一般诊疗常规单袋红细胞要在 4 h 内输完, 输血时间可以根据输血反应和心功能状态调整。2022 年我国国家卫生健康委员会颁布的《儿科输血指南》<sup>[50]</sup> 指出, 红细胞输注速度为 5 mL/(kg·h), 最大输注速度为≤150 mL/h, 与美国地贫输血指南<sup>[55]</sup> 一致。我国将 200 mL 全血中提取的红细胞定义为 1 个单位 (1 U), 临床提供的常见规格有 1 U、1.5 U 和 2 U, 建议为婴幼儿准备

小容量的去白细胞悬浮红细胞, 可以避免过度输血或输血量不足。针对需要精确计算输血量的儿童 TDT 患者, 可以采用以下公式估算<sup>[60]</sup>:

$[\text{目标 Hb (g/L)} - \text{实际 Hb (g/L)}] \times \text{体重 (kg)} \times 0.3 / \text{输注红细胞 HCT} = \text{所需输血量 (mL)}$ 。

临床应用输血量的简易估算可以参考表 4<sup>[3]</sup>。对于重度贫血患者, 每次输注红细胞量宜少, 速度宜慢, 可少量多次<sup>[50, 55]</sup>。

表 4 输血量简易估算表<sup>[3]</sup> (mL/kg)

目标 Hb 升高值	HCT			
	50%	60%	75%	80%
20 g/L	12	10	8	7.5
30 g/L	19	15	12	11.2
40 g/L	24	20	16	15

注: [Hb] 血红蛋白; [HCT] 红细胞压积。

## 2.7 输血不良反应

输血不良反应分为急性输血反应 (acute transfusion reaction, ATR) 与迟发输血反应 (delayed transfusion reaction, DTR)。ATR 最常见的类型是 FNHTR 和过敏反应 (allergic reaction, AR), 其严重程度分级见表 5<sup>[61]</sup>。DTR 最常见的类型是同种异体免疫反应。

**推荐意见 10:** TDT 患者发生 FNHTR 很常见, 输注去白细胞悬浮红细胞是减少 FNHTR 发生的有效措施 (1A)。

推荐说明: FNHTR 指在输血中或输血后体温升高≥1℃, 以发热与寒战为主要表现, 多发生在输血期间至输血完毕后 4~6 h 内。FNHTR 通常与白细胞和/或血小板抗体、血液保存中产生的细胞因子有关。Dzik 等<sup>[62]</sup> 纳入了麻省总医院 2 780 例需要接受红细胞成分血输注的患者, 采用随机对照的方式给予去白细胞悬浮红细胞成分血和普通红细胞成分血输注, 发现去白细胞悬浮红细胞成分血组 FNHTR 的发生率明显低于对照组, 后续多个类似研究也证实了这一结果<sup>[53-55, 63]</sup>。经典的 FNHTR 大多数是短暂的, 予对乙酰氨基酚或布洛芬对症治疗大多可缓解, 但 Sanders 等<sup>[64]</sup> 和 Kennedy 等<sup>[65]</sup> 的前瞻性、随机对照研究均发现提前给予上述非甾体抗炎药不能降低 FNHTR 的风险。

表 5 国际血液监测网络关于 ATR 严重程度分级标准<sup>[61]</sup>

类别	轻度	中度	重度
发热	体温 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 且比输血前升高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ , 无其他症状/体征	体温 $\geq 39^{\circ}\text{C}$ 或比输血前升高 $\geq 2^{\circ}\text{C}$ 和/或畏冷、寒战或其他炎症反应, 如肌痛、恶心, 导致输血停止	体温 $\geq 39^{\circ}\text{C}$ 或比输血前升高 $\geq 2^{\circ}\text{C}$ 和/或畏冷、寒战或其他炎症反应, 如肌痛、恶心, 导致输血停止, 应实施医学评估和/或直接导致住院或住院时间增加
AR	短暂性皮肤潮红、荨麻疹或皮疹	喘息或血管神经性水肿, 伴或不伴皮肤潮红、荨麻疹或皮疹, 但没有呼吸功能减弱或者低血压	支气管痉挛、喘鸣、血管神经性水肿或循环系统问题, 需要紧急医疗救治和/或直接导致住院或住院时间增加或全身性过敏反应
发热与 AR	同时存在轻度发热和轻度过敏反应的表现	同时存在过敏和发热表现, 至少有 1 种达到中度	同时存在过敏和发热表现, 至少有 1 种达到重度
低血压	无	输血期间或者输血结束后 $< 1\text{ h}$ 收缩压下降 $\geq 30\text{ mmHg}$ 且 $\leq 80\text{ mmHg}$ , 无过敏症状, 无需或仅需轻度治疗	低血压导致休克, 无过敏或炎症症状需要紧急治疗

注: [ATR] 急性输血反应; [AR] 过敏反应。

**推荐意见 11:** 输注去白细胞悬浮红细胞、提前给予非甾体抗炎药和抗组胺药无法降低 AR 发生风险 (1C)。

推荐说明: AR 的严重程度和临床表现不一, 常见血管性水肿和/或支气管痉挛等, 可表现为呼吸窘迫、荨麻疹等, 严重者出现低血压、休克, 甚至危及生命。AR 的机制主要为 I 型超敏反应, 特异性 IgE 介导或补体活化, 激活嗜碱性粒细胞和肥大细胞释放组胺等血管活性物质。前文提及的多个前瞻性临床试验显示, 输注去白细胞悬浮红细胞<sup>[54, 62, 65]</sup>、提前给予非甾体抗炎药和抗组胺药<sup>[64-65]</sup>等措施均不能降低 AR 的发生率。一旦出现 AR 时, 轻度可使用全身性抗组胺药, 中重度应评估患者的气道、呼吸、循环情况, 必要时予肾上腺素肌肉或静脉注射, 同时检测是否存在 IgA 缺乏症, 具体措施可参考过敏性休克的抢救流程和指南<sup>[66]</sup>。

**推荐意见 12:** 为减少同种免疫反应的发生, 推荐儿童 TDT 患者输注 ABO、RhDCCe、Mur 同型或相容的红细胞 (1B)。

推荐说明: 同推荐意见 8 的推荐说明。

**推荐意见 13:** 目前无减少迟发溶血性输血反应 (delayed hemolytic transfusion reaction, DHTR) 发生的措施, 输注完整配型的红细胞可能降低其发生率 (GPS)。

推荐说明: DHTR 的可能机制是输血前未检测出的血型同种抗体或输血后新产生的同种抗体, 经过致敏后再次输血刺激后激活记忆细胞, 导致 IgG 同种抗体大量迅速增加并破坏输入的红细胞, 一般发生于输血后数天至数周<sup>[67]</sup>, 表现为贫血和/或高胆

红素血症, 继发全身炎症反应综合征、多器官衰竭甚至死亡。目前尚无可以降低 DHTR 的医疗措施, 输注完整配型的红细胞可以减少同种异体抗体发生, 可能有利于降低 DHTR 的发生<sup>[68]</sup>。发生 DHTR 后, 积极治疗措施包括支持治疗、糖皮质激素、丙种球蛋白、利妥昔单抗和依库珠单抗等<sup>[69-70]</sup>。

## 2.8 TDT 患者输血信息档案管理

**推荐意见 14:** 为 TDT 患者建立完善的输血信息档案管理制度, 推荐建立 TDT 患者血型同种免疫状况卡片 (GPS)。

推荐说明: 为 TDT 患者建立完善的输血信息档案管理制度, 要求 TDT 患者的血型与抗体筛查等输血相容性结果、输血前后的实验室数据、输血相关的文书资料、年输血量/累积输血量等信息完整登记, 所有记录均应该客观真实、完整、具有可追溯性, 有利于患者的长期诊疗和跟踪评价。由于患者居住、工作或学习等流动原因, 每次住院或门诊就诊时出示本人血型同种抗体免疫状况资料 (建议包括血型抗体和效价、同种异体抗体、既往输血不良反应及处理措施等), 有利于临床输血前的医患沟通与输血安全管理, 规范临床输血, 提高工作效率<sup>[3, 5, 55]</sup>。

## 3 小结

儿童 TDT 患者终生依赖输血治疗, 管理输血相关临床问题极其重要。本指南制订工作组参照国内外相关指南、专家共识和相关研究, 并在制订专家们的充分讨论下完成, 内容涵盖输血目标、输血前血型和抗体检测、红细胞成分血和输血量

选择、输血不良反应识别和管理、输血信息档案等内容，形成了推荐意见（表6），以规范输血和减少输血相关并发症的发生，提高儿童TDT患者的生活质量，减少社会经济负担。

本指南存在以下局限性：（1）未邀请循证医学专家参与制订；（2）由于国内外卫生管理和输血管理制度不同，国外的部分高质量研究结果和经验无法直接适用于我国国情；（3）针对输血相

关并发症的管理和治理措施进展缓慢，缺少高质量临床研究和有效的防范措施，指南的推荐意见等级较低。今后需要开展适应我国国情的设计良好的大样本随机对照临床研究，获得更可靠的证据，以指导临床输血治疗。本指南拟5年左右更新1次，重新组织相关专家和相关人员梳理研究进展予以更新。

表6 推荐意见汇总

临床问题	推荐意见	推荐强度 证据等级 <sup>#</sup>
TDT输血的目标	规范合理的输血方案的益处：（1）保证儿童良好的生长发育需求；（2）维持可满足正常日常活动的能量状态；（3）充分抑制无效造血；（4）将胃肠道的铁吸收降到最低	1A
TDT输血的方案	间隔2~4周输血一次，建议输血前Hb为95~105 g/L，输血后不超过130~150 g/L	1A
	罹患心脏疾病、临床严重的骨髓外造血和其他医疗并发症的TDT患者输血前Hb水平建议在110~120 g/L之间	GPS
	需要建立安全的输血方案管理制度	GPS
血型抗原检测	第一次输血治疗前，除进行常规ABO及RhD血型系统检测，建议完善Rh系统C、c、E、e和MNS血型检测	1B
	新疆等地区宜覆盖Kell抗原	1C
	血型鉴定首选基因分型法，尤其是近3个月曾接受过输血治疗的TDT患者	2C
血型抗体筛查	输血前系统进行输血前不规则抗体筛查和鉴定，尤其是既往曾有同种异体抗体产生的TDT患者	2C
红细胞成分血的选择	推荐儿童TDT患者输注去白细胞悬浮红细胞	1A
	不建议常规输注辐照红细胞	GPS
输血治疗	推荐儿童TDT患者输注ABO、RhDCcEe、Mur同型或相容的红细胞	1B
	儿童TDT患者红细胞输注速度为5 mL/(kg·h)，最大输注速度≤150 mL/h，建议为婴幼儿准备小容量的去白细胞悬浮红细胞	GPS
输血不良反应	TDT患者发生FNHTR很常见，输注去白细胞悬浮红细胞是减少FNHTR发生的有效措施	1A
	输注去白细胞悬浮红细胞、提前给予非甾体抗炎药和抗组胺药无法降低AR发生风险	1C
	为减少同种免疫反应的发生，推荐儿童TDT患者输注ABO、RhDCcEe、Mur同型或相容的红细胞	1B
	目前无减少DHTR发生的措施，输注完整配型的红细胞可能降低其发生率	GPS
TDT患者输血信息档案管理	为TDT患者建立完善的输血信息档案管理制度，推荐建立TDT患者血型同种免疫状况卡片	GPS

注：[TDT] 输血依赖型地中海贫血；[Hb] 血红蛋白；[FNHTR] 非溶血性发热性输血反应；[AR] 过敏反应。<sup>#</sup>1表示强推荐，2表示弱推荐；A、B、C、D分别表示证据质量等级为高、中、低、极低；GPS表示良好实践声明。

执笔人：黄俊彬（中山大附属第七医院儿科）、温建芸（南方医科大学南方医院儿科）、陈艳（遵义医科大学附属医院/贵州省儿童医院血液肿瘤科）

指导委员会（根据专家贡献排序）：吴学东（南方医科大学南方医院）、陈纯（中山大学附属第七医院）、文飞球（深圳市儿童医院/《中国当代儿科杂志》编辑委员会）、王天有（首都医科大学附属北京儿童医院）

参与本指南审定的专家组（根据专家姓名拼音排序）：白玉新（深圳市第二人民医院）、陈艳（遵义医科大学附属医院/贵州省儿童医院）、董秀娟（海南省妇女儿童医学中心）、方建培（中山大学孙逸仙纪念医院）、冯晓勤（南方医科大学南方医院）、何岳林 [南方春富（儿童）血液病研究院]、黄礼彬（中山大学附属第一医院）、江华（广州市妇女儿童医疗中心）、金皎（贵州医科大学附属医院）、赖永榕（广西医科大学第一附属医院）、李海亮（赣南医科大学第一附属医院）、李健（福建医科大学附属协和医院）、廖建云 [南方

春富(儿童)血液病研究院]、刘容容(广西医科大学第一附属医院)、刘玉峰(郑州大学第一附属医院)、罗建明(广西医科大学第一附属医院)、商璇(南方医科大学基础医学院)、田新(昆明市儿童医院/昆明医科大学附属儿童医院)、温建芸(南方医科大学南方医院)、吴学东(南方医科大学南方医院)、徐宏贵(中山大学孙逸仙纪念医院)、杨丽华(南方医科大学珠江医院)、杨雪(四川大学华西第二医院)、叶中绿(广东医科大学附属第一医院)、尹晓林(中国人民解放军联勤保障部队第九二三医院)、于洁(重庆医科大学附属儿童医院)、郑敏翠(湖南省儿童医院)、周亚丽(中国人民解放军联勤保障部队第九二三医院)、朱易萍(四川大学华西二院)。

制订小组(根据专家贡献排序):黄俊彬(中山大学附属第七医院)、陈纯(中山大学附属第七医院)、吴学东(南方医科大学南方医院)、温建芸(南方医科大学南方医院)、刘四喜(深圳市儿童医院)、陈艳(遵义医科大学附属医院/贵州省儿童医院)、张新华(中国人民解放军联勤保障部队第九二三医院)

利益冲突声明:所有作者声明无利益冲突。

#### [参 考 文 献]

- [1] Taher AT, Musallam KM, Cappellini MD.  $\beta$ -Thalassemias[J]. *N Engl J Med*, 2021, 384(8): 727-743. PMID: 33626255. DOI: 10.1056/NEJMra2021838.
- [2] 吴学东, 陈纯, 何岳林. 地中海贫血祛铁治疗技术操作指南[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2023.
- [3] Farmakis D, Porter J, Taher A, et al. 2021 Thalassaemia International Federation guidelines for the management of transfusion-dependent thalassemia[J]. *HemaSphere*, 2022, 6(8): e732. PMID: 35928543. PMID: PMC9345633. DOI: 10.1097/HS9.0000000000000732.
- [4] 中华医学会医学遗传学分会遗传病临床实践指南撰写组.  $\beta$ -地中海贫血的临床实践指南[J]. *中华医学遗传学杂志*, 2020, 37(3): 243-251. PMID: 32128739. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-9406.2020.03.004.
- [5] 中国输血协会免疫血液学专业委员会. 输血依赖型地中海贫血(TDT)患者临床输血中国专家共识[J]. *临床输血与检验*, 2023, 25(2): 163-169. DOI: 10.3969/j.issn.1671-2587.2023.02.002.
- [6] 中华医学会血液学分会红细胞疾病(贫血)学组. 中国输血依赖型 $\beta$ 地中海贫血诊断与治疗指南(2022年版)[J]. *中华血液学杂志*, 2022, 43(11): 889-896. PMID: 36709178. PMID: PMC9808868. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2727.2022.11.002.
- [7] 中华医学会儿科学分会血液学组, 《中华儿科杂志》编辑委员会. 重型 $\beta$ 地中海贫血的诊断和治疗指南(2017年版)[J]. *中华儿科杂志*, 2018, 56(10): 724-729. PMID: 30293274. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2018.10.002.
- [8] Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, et al. GRADE: 证据质量和推荐强度分级的共识[J]. *中国循证医学杂志*, 2009, 9(1): 8-11. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2531.2009.01.005.
- [9] Guyatt GH, Alonso-Coello P, Schünemann HJ, et al. Guideline panels should seldom make good practice statements: guidance from the GRADE working group[J]. *J Clin Epidemiol*, 2016, 80: 3-7. PMID: 27452192. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2016.07.006.
- [10] Cazzola M, Borgna-Pignatti C, Locatelli F, et al. A moderate transfusion regimen may reduce iron loading in beta-thalassemia major without producing excessive expansion of erythropoiesis[J]. *Transfusion*, 1997, 37(2): 135-140. PMID: 9051086. DOI: 10.1046/j.1537-2995.1997.37297203514.x.
- [11] Cazzola M, De Stefano P, Ponchio L, et al. Relationship between transfusion regimen and suppression of erythropoiesis in beta-thalassaemia major[J]. *Br J Haematol*, 1995, 89(3): 473-478. PMID: 7734344. DOI: 10.1111/j.1365-2141.1995.tb08351.x.
- [12] Pasricha SR, Frazer DM, Bowden DK, et al. Transfusion suppresses erythropoiesis and increases hepcidin in adult patients with  $\beta$ -thalassemia major: a longitudinal study[J]. *Blood*, 2013, 122(1): 124-133. PMID: 23656728. DOI: 10.1182/blood-2012-12-471441.
- [13] Atmakusuma TD, Saragih EYP, Rajabto W. Achievement of pre- and post-transfusion hemoglobin levels in adult transfusion-dependent beta thalassemia: associated factors and relationship to reduction of spleen enlargement[J]. *Int J Gen Med*, 2021, 14: 7515-7521.
- [14] Piomelli S, Hart D, Graziano J, et al. Current strategies in the management of Cooley's anemia[J]. *Ann N Y Acad Sci*, 1985, 445: 256-267. PMID: 3860128. DOI: 10.1111/j.1749-6632.1985.tb17195.x.
- [15] Propper RD, Button LN, Nathan DG. New approaches to the transfusion management of thalassemia[J]. *Blood*, 1980, 55(1): 55-60. PMID: 7350942.
- [16] Musallam KM, Barella S, Origa R, et al. Pretransfusion hemoglobin level and mortality in adults with transfusion-dependent  $\beta$ -thalassemia[J]. *Blood*, 2024, 143(10): 930-932. PMID: 37976447. DOI: 10.1182/blood.2023022460.
- [17] Coates TD. Higher hemoglobin is better in thalassemia[J]. *Blood*, 2024, 143(10): 842-844. PMID: 38451517. DOI: 10.1182/blood.2023023294.
- [18] Hapgood G, Walsh T, Cukierman R, et al. Erythropoiesis is not equally suppressed in transfused males and females with  $\beta$ -thalassemia major: are there clinical implications? [J]. *Haematologica*, 2015, 100(8): e292-e294. PMID: 25911552. PMID: PMC5004427. DOI: 10.3324/haematol.2014.118216.
- [19] Children's Hospital & Research Center Oakland. Standards of care guidelines for thalassemia[EB/OL]. [2024-12-25]. <https://thalassemia.org/files/galleries/SOCGuidelines2012-0001.pdf>.
- [20] 中华人民共和国卫生部. 关于印发《临床输血技术规范》的

- 通知: 卫医发[2000] 184 号[EB/OL]. (2001-11-08)[2024-12-25]. <http://www.nhc.gov.cn/wjw/gfxwj/200111/2c93606209ec4a25ad9241787f9f7404.shtml>.
- [21] 中华人民共和国卫生部. 医疗机构临床用血管理办法: 卫生部令 第 85 号[EB/OL]. (2012-06-12)[2024-12-25]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s3588/201206/28f5d6015c9b40db9430f1a7ca5bcf17.shtml>.
- [22] Trompeter S, Massey E, Robinson S, et al. Position paper on international collaboration for transfusion medicine (ICTM) guideline 'red blood cell specifications for patients with hemoglobinopathies: a systematic review and guideline'[J]. *Br J Haematol*, 2020, 189(3): 424-427. PMID: 31961946. DOI: 10.1111/bjh.16405.
- [23] 马婷, 杨江存, 宋耀军, 等. 51 283 例住院患者与献血者 Rh 血型分布和分析[J]. *细胞与分子免疫学杂志*, 2018, 34(1): 70-74. DOI: 10.13423/j.cnki.cjcmi.008551.
- [24] 严康峰, 马伟文, 莫锦政, 等. 番禺区无偿献血人群中 Rh 血型系统分布情况及应用研究[J]. *江西医学检验*, 2002, 20(4): 239-240. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1129.2002.04.023.
- [25] 申卫东, 周燕, 唐秋民, 等. 南宁市无偿献血人群 Rh 血型表型分布调查[J]. *广西医学*, 2010, 32(2): 151-153. DOI: 10.3969/j.issn.0253-4304.2010.02.007.
- [26] 姚润, 凌哈, 李碧娟. Rh 血型系统与我国 Rh 抗原分布[J]. *临床血液学杂志*, 2017, 30(12): 985-988. DOI: 10.13201/j.issn.1004-2806-b.2017.12.026.
- [27] 孙爱农, 段生宝, 易峰, 等. Mur 血型抗原抗体调查及应用研究[J]. *中国输血杂志*, 2017, 30(6): 586-589. DOI: 10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2017.06.009.
- [28] 黄秀琼, 陈丽琼, 钮荣祥, 等. 云南怒族稀有血型 MNSs 系统: (Mur) 抗原抽样调查分析[J]. *大理学院学报*, 2004, 3(1): 39-40. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2345.2004.01.018.
- [29] 焦伟, 黎海澜, 王晨, 等. 广西壮族人群稀有血型筛选[J]. *现代免疫学*, 2011, 31(5): 401-404.
- [30] Yu Y, Ma C, Sun X, et al. Frequencies of red blood cell major blood group antigens and phenotypes in the Chinese Han population from Mainland of China[J]. *Int J Immunogenet*, 2016, 43(4): 226-235. PMID: 27320061. DOI: 10.1111/iji.12277.
- [31] Thakral B, Saluja K, Sharma RR, et al. Phenotype frequencies of blood group systems (Rh, Kell, Kidd, Duffy, MNS, P, Lewis, and Lutheran) in north Indian blood donors[J]. *Transfus Apher Sci*, 2010, 43(1): 17-22. PMID: 20558108. DOI: 10.1016/j.transci.2010.05.006.
- [32] Musa RH, Ahmed SA, Hashim H, et al. Red cell phenotyping of blood from donors at the national blood center of Malaysia[J]. *Asian J Transfus Sci*, 2012, 6(1): 3-9. PMID: 22623834. PMID: PMC3353626. DOI: 10.4103/0973-6247.95042.
- [33] 邱进, 陈伟, 李菲, 等. 新疆地区维吾尔族人群 Rh、Kell 血型抗原分布频率调查及 Kell 阳性个体分子机制研究[J]. *中国输血杂志*, 2022, 35(10): 1009-1013. DOI: 10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2022.10.003.
- [34] Chen C, Tan J, Wang L, et al. Unexpected red blood cell antibody distributions in Chinese people by a systematic literature review[J]. *Transfusion*, 2016, 56(4): 975-979. PMID: 26638180. DOI: 10.1111/trf.13430.
- [35] Bakanay SM, Ozturk A, Ileri T, et al. Blood group genotyping in multi-transfused patients[J]. *Transfus Apher Sci*, 2013, 48(2): 257-261. PMID: 23433825. DOI: 10.1016/j.transci.2013.01.009.
- [36] Eftekhari Z, Oodi A, Amirizadeh N, et al. Molecular genotyping versus serological diagnosis for RH blood group typing in sickle cell patients[J]. *Expert Rev Clin Immunol*, 2024, 20(11): 1421-1426. PMID: 39105247. DOI: 10.1080/1744666X.2024.2388700.
- [37] Gholami MS, Shahidi M, Tabibian S, et al. Genotyping of blood groups in alloimmunized patients with  $\beta$ -thalassemia major by T-ARMS-PCR and multiplex-aso-pcr[J]. *Transfus Apher Sci*, 2021, 60(1): 102984. PMID: 33221123. DOI: 10.1016/j.transci.2020.102984.
- [38] Shao CP, Zhao CJ, Wu CL, et al. Rh-matched transfusion through molecular typing for  $\beta$ -thalassemia patients is required and feasible in Chinese[J]. *Transfus Med Hemother*, 2018, 45(4): 252-257. PMID: 30283274. PMID: PMC6158581. DOI: 10.1159/000489471.
- [39] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 输血相容性检测标准: WS/T 794-2022[S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.
- [40] Dunbar NM. Current options for transfusion-related acute lung injury risk mitigation in platelet transfusions[J]. *Curr Opin Hematol*, 2015, 22(6): 554-558. PMID: 26390161. DOI: 10.1097/MOH.0000000000000187.
- [41] Pujani M, Pahuja S, Dhingra B, et al. Alloimmunisation in thalassaemics: a comparison between recipients of usual matched and partial better matched blood. An evaluation at a tertiary care centre in India[J]. *Blood Transfus*, 2014, 12(Suppl 1 (Suppl 1): s100-s104. PMID: 23399366. PMID: PMC3934288. DOI: 10.2450/2012.0154-12.
- [42] Teawtrakul N, Songdej D, Hantaweepeant C, et al. Red blood cell alloimmunization and other transfusion-related complications in patients with transfusion-dependent thalassemia: a multi-center study in Thailand[J]. *Transfusion*, 2022, 62(10): 2039-2047. PMID: 35986658. PMID: PMC9560980. DOI: 10.1111/trf.17068.
- [43] Vichinsky E, Neumayr L, Trimble S, et al. Transfusion complications in thalassemia patients: a report from the centers for disease control and prevention (CME)[J]. *Transfusion*, 2014, 54(4): 972-981; quiz 971. PMID: 23889533. PMID: PMC4410835. DOI: 10.1111/trf.12348.
- [44] Franchini M, Forni GL, Marano G, et al. Red blood cell alloimmunisation in transfusion-dependent thalassaemia: a systematic review[J]. *Blood Transfus*, 2019, 17(1): 4-15. PMID: 30653458. PMID: PMC6343597. DOI: 10.2450/2019.0229-18.
- [45] Tormey CA, Stack G. The persistence and evanescence of blood group alloantibodies in men[J]. *Transfusion*, 2009, 49(3): 505-512. PMID: 19040411. DOI: 10.1111/j.1537-2995.2008.02014.x.
- [46] Lal A, Wong TE, Andrews J, et al. Transfusion practices and complications in thalassemia[J]. *Transfusion*, 2018, 58(12): 2826-2835. PMID: 30260477. DOI: 10.1111/trf.14875.
- [47] Schonewille H, van de Watering LM, Brand A. Additional red

- blood cell alloantibodies after blood transfusions in a nonhematologic alloimmunized patient cohort: is it time to take precautionary measures?[J]. *Transfusion*, 2006, 46(4): 630-635. PMID: 16584440. DOI: 10.1111/j.1537-2995.2006.00764.x.
- [48] Lal A. Challenges in chronic transfusion for patients with thalassemia[J]. *Hematology Am Soc Hematol Educ Program*, 2020, 2020(1): 160-166. PMID: 33275743. PMCID: PMC7727587. DOI: 10.1182/hematology.2020000102.
- [49] Waldis SJ, Uter S, Kavitsky D, et al. Rh alloimmunization in chronically transfused patients with thalassemia receiving RhD, C, E, and K matched transfusions[J]. *Blood Adv*, 2021, 5(3): 737-744. PMID: 33560383. PMCID: PMC7876880. DOI: 10.1182/bloodadvances.2020003732.
- [50] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 儿科输血指南: WS/T 795-2022[S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.
- [51] Yomtovian R, Gernsheimer T, Assmann SF, et al. WBC reduction in RBC concentrates by prestorage filtration: multicenter experience[J]. *Transfusion*, 2001, 41(8): 1030-1036. PMID: 11493735. DOI: 10.1046/j.1537-2995.2001.41081030.x.
- [52] Mishima Y, Tsuno NH, Matsuhashi M, et al. Effects of universal vs bedside leukoreductions on the alloimmunization to platelets and the platelet transfusion refractoriness[J]. *Transfus Apher Sci*, 2015, 52(1): 112-121. PMID: 25467707. DOI: 10.1016/j.transci.2014.11.001.
- [53] Paglino JC, Pomper GJ, Fisch GS, et al. Reduction of febrile but not allergic reactions to RBCs and platelets after conversion to universal prestorage leukoreduction[J]. *Transfusion*, 2004, 44(1): 16-24. PMID: 14692962. DOI: 10.1046/j.0041-1132.2004.00608.x.
- [54] King KE, Shirey RS, Thoman SK, et al. Universal leukoreduction decreases the incidence of febrile nonhemolytic transfusion reactions to RBCs[J]. *Transfusion*, 2004, 44(1): 25-29. PMID: 14692963. DOI: 10.1046/j.0041-1132.2004.00609.x.
- [55] Lal A, Wong T, Keel S, et al. The transfusion management of beta thalassemia in the United States[J]. *Transfusion*, 2021, 61(10): 3027-3039. PMID: 34453453. PMCID: PMC9292563. DOI: 10.1111/trf.16640.
- [56] Foukaneli T, Kerr P, Bolton-Maggs PHB, et al. Guidelines on the use of irradiated blood components[J]. *Br J Haematol*, 2020, 191(5): 704-724. PMID: 32808674. DOI: 10.1111/bjh.17015.
- [57] Goss C, Giardina P, Degtyaryova D, et al. Red blood cell transfusions for thalassemia: results of a survey assessing current practice and proposal of evidence-based guidelines[J]. *Transfusion*, 2014, 54(7): 1773-1781. PMID: 24611697. DOI: 10.1111/trf.12571.
- [58] Martínez-Hernández JP, López-Mora YA, Salazar-Riojas R, et al. Reassessing blood product irradiation in haploidentical transplantation: a single-center perspective[J]. *Hematology*, 2024, 29(1): 2420144. PMID: 39466074. DOI: 10.1080/16078454.2024.2420144.
- [59] Wolf J, Blais-Normandin I, Bathla A, et al. Red cell specifications for blood group matching in patients with haemoglobinopathies: an updated systematic review and clinical practice guideline from the International Collaboration for Transfusion Medicine Guidelines[J]. *Br J Haematol*, 2025, 206(1): 94-108. PMID: 39535318. PMCID: PMC11739758. DOI: 10.1111/bjh.19837.
- [60] Davies P, Robertson S, Hegde S, et al. Calculating the required transfusion volume in children[J]. *Transfusion*, 2007, 47(2): 212-216. PMID: 17302766. DOI: 10.1111/j.1537-2995.2007.01091.x.
- [61] Armstrong B. Transfusion risks and hemovigilance[EB/OL]. (2020-12-11) [2024-12-25]. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/voxs.12601>.
- [62] Dzik WH, Anderson JK, O'Neill EM, et al. A prospective, randomized clinical trial of universal WBC reduction[J]. *Transfusion*, 2002, 42(9): 1114-1122. PMID: 12430666. DOI: 10.1046/j.1537-2995.2002.00182.x.
- [63] Yazer MH, Podlosky L, Clarke G, et al. The effect of prestorage WBC reduction on the rates of febrile nonhemolytic transfusion reactions to platelet concentrates and RBC[J]. *Transfusion*, 2004, 44(1): 10-15. PMID: 14692961. DOI: 10.1046/j.0041-1132.2003.00518.x.
- [64] Sanders RP, Maddirala SD, Geiger TL, et al. Premedication with acetaminophen or diphenhydramine for transfusion with leucoreduced blood products in children[J]. *Br J Haematol*, 2005, 130(5): 781-787. PMID: 16115137. DOI: 10.1111/j.1365-2141.2005.05670.x.
- [65] Kennedy LD, Case LD, Hurd DD, et al. A prospective, randomized, double-blind controlled trial of acetaminophen and diphenhydramine pretransfusion medication versus placebo for the prevention of transfusion reactions[J]. *Transfusion*, 2008, 48(11): 2285-2291. PMID: 18673350. DOI: 10.1111/j.1537-2995.2008.01858.x.
- [66] Cardona V, Ansotegui IJ, Ebisawa M, et al. World allergy organization anaphylaxis guidance 2020[J]. *World Allergy Organ J*, 2020, 13(10): 100472. PMID: 33204386. PMCID: PMC7607509. DOI: 10.1016/j.waojou.2020.100472.
- [67] Panch SR, Montemayor-Garcia C, Klein HG. Hemolytic transfusion reactions[J]. *N Engl J Med*, 2019, 381(2): 150-162. PMID: 31291517. DOI: 10.1056/NEJMra1802338.
- [68] Chou ST, Alsawas M, Fasano RM, et al. American Society of Hematology 2020 guidelines for sickle cell disease: transfusion support[J]. *Blood Adv*, 2020, 4(2): 327-355. PMID: 31985807. PMCID: PMC6988392. DOI: 10.1182/bloodadvances.2019001143.
- [69] Gardner K, Hoppe C, Mijovic A, et al. How we treat delayed haemolytic transfusion reactions in patients with sickle cell disease[J]. *Br J Haematol*, 2015, 170(6): 745-756. PMID: 25967919. DOI: 10.1111/bjh.13494.
- [70] Siddon AJ, Kenney BC, Hendrickson JE, et al. Delayed haemolytic and serologic transfusion reactions: pathophysiology, treatment and prevention[J]. *Curr Opin Hematol*, 2018, 25(6): 459-467. PMID: 30124474. DOI: 10.1097/MOH.0000000000000462.

(本文编辑: 邓芳明)

(版权所有©2025中国当代儿科杂志)