doi：10.7499/j.issn.1008-8830.2507004

指南解读：《儿科输血指南》系列

# 国家卫生健康行业标准《儿科输血指南》儿童用血需求的编制说明与解读

黄蓉[1] 何庆南[2] 黑明燕[3] 杨明华[2] 竺晓凡[4] 卢俊[5] 徐晓军[6]
袁天明[7] 张蓉[8] 王旭[9] 刘晋萍[10] 王静[11] 邵智利[12] 赵明一[2]
郭永建[13,14] 吴心音[15] 陈佳睿[16,17] 陈琦蓉[16,17] 郭佳[16,17] 桂嵘[1]

［1.中南大学湘雅三医院输血科，湖南长沙 410013；2.中南大学湘雅三医院儿科，湖南长沙 410013；3.首都医科大学附属北京儿童医院新生儿中心，北京 100045；4.中国医学科学院血液病医院（中国医学科学院血液学研究所）儿童血液病诊疗中心，天津 300020；5.苏州大学附属儿童医院血液肿瘤科，江苏苏州 215025；6.浙江大学医学院附属儿童医院血液肿瘤内科，浙江杭州 310005；7.浙江大学医学院附属儿童医院新生儿科，浙江杭州 310005；8.复旦大学附属儿科医院新生儿科，上海 201102；9.中国医学科学院阜外医院小儿外科中心，北京 100032；10.中国医学科学院阜外医院体外循环中心，北京 100032；11.上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心输血科，上海 200127；12.河北省儿童医院输血科，河北石家庄 050031；13.国家卫生健康标准委员会血液标准专业委员会，北京 100006；14.福建省血液中心，福建福州 350004；15.中南大学湘雅公共卫生学院流行病与卫生统计学系，湖南长沙 410013；16.中南大学湘雅护理学院国际合作与交流中心，湖南长沙 410013；17.湘雅循证实践与健康创新中心，湖南长沙 410013］

［摘要］2022年国家卫生健康委员会发布的卫生健康行业标准《儿科输血指南》（WS/T 795-2022）对儿童用血的总体需求、用于换血的血液以及辐照红细胞、洗涤红细胞、新鲜红细胞的使用给出了指导和建议。该文旨在对这些建议条款内容的编制背景和证据进行解读，希望有助于对该指南的理解。

［中国当代儿科杂志，2026，28（4）：410-416］

［关键词］换血；辐照血液；洗涤红细胞；新鲜红细胞；儿童

## Explanation and interpretation of pediatric blood requirement recommendations in the national health standard "Guideline for pediatric transfusion"

*HUANG Rong, HE Qing-Nan, HEI Ming-Yan, YANG Ming-Hua, ZHU Xiao-Fan, LU Jun, XU Xiao-Jun, YUAN Tian-Ming, ZHANG Rong, WANG Xu, LIU Jin-Ping, WANG Jing, SHAO Zhi-Li, ZHAO Ming-Yi, GUO Yong-Jian, WU Xin-Yin, CHEN Jia-Rui, CHEN Qi-Rong, GUO Jia, GUI Rong. Department of Blood Transfusion, The Third Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410013 (Gui R, Email: guirong@csu.edu.cn)*

**Abstract:** In 2022, China's National Health Commission issued the health standard "Guideline for pediatric transfusion" (WS/T 795-2022), which provides guidance and recommendations on overall pediatric blood requirements, blood for exchange transfusion, and the use of irradiated red blood cells, washed red blood cells, and fresh red blood cells. This article explains the rationale and evidence base underlying these recommendations to facilitate a clearer understanding of the guideline. **[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2026, 28(4): 410-416]**

**Key words:** Exchange transfusion; Irradiated blood component; Washed red blood cell; Fresh red blood cell; Child

儿童的血容量小，器官发育不成熟，新生儿和婴幼儿免疫系统尚未发育完善，因此，为儿童选择血液成分时，必须充分考虑其独特的生理状态、发育阶段、潜在疾病和免疫状态，采取比成

［收稿日期］2025-07-01；［接受日期］2026-01-11

［作者简介］黄蓉，女，博士，副主任技师。

［通信作者］桂嵘，女，主任技师。Email：guirong@csu.edu.cn。

人更严格的预防措施。国家卫生健康委员会发布的卫生健康行业标准《儿科输血指南》（WS/T 795-2022）[1]（以下简称《指南》）对儿童用血的总体需求、用于换血的血液，以及辐照红细胞、洗涤红细胞、新鲜红细胞的使用给出了指导和建议。本文旨在阐述《指南》中儿童用血需求一章条款内容的证据并进行解读，希望有助于对《指南》的理解。

## 1　关于总体需求的说明和解读

### 1.1　《指南》条款

“11.1.1 为儿童患者选择更加适用的血液成分，对于输血更加安全有效是十分必要的。需要注意的是，其应用前提是不存在输血延误引发的风险，应权衡所需血液的可及性和输血的紧迫性。”

“11.1.2 宜使用抗体筛查阴性的血液成分。”

“11.1.3 宜使用去白细胞的血液。”

“11.1.4 宜有儿童用血规格血液成分（例如0.5 U红细胞、1~2 U浓缩血小板或0.2治疗量单采血小板、50 mL血浆类成分血）可供选用。”

“11.1.5 宜根据临床需要，附有关于血液成分的实际容量（mL）、红细胞成分血的Hb浓度和Hct、血小板成分血的血小板计数等的补充说明。”

“11.1.6 宜提供联袋血液，为近期内需要多次输血的患儿提供来源于单个献血者的红细胞。”

### 1.2　说明和解读

由于新生儿和儿童免疫和神经系统发育不成熟且循环血容量小，容易发生输血反应，供给儿童使用的血液成分具有特殊的规格和安全要求。儿童输血的适应证很多，一旦决定给予患儿输血，应选择最合适的血液成分。献血者捐献的全血采用不同处理方式可去除不同比例的非红细胞成分，特殊的处理还包括去除白细胞、辐照、洗涤等，可根据临床需求为患儿选择经适当处理的血液成分。

儿童具有与成人不同的血液生理特征。例如，早产儿和新生儿的细胞免疫应答未完全成熟，使婴儿易患输血相关性移植物抗宿主病（transfusion-associated graft-vs-host disease, TA-GVHD）。年龄较小的婴幼儿肝脏功能未健全，不能有效地代谢枸橼酸盐，易发生酸中毒和/或低血钙。与大龄幼儿和儿童相比，婴幼儿肾小球滤过率低，浓缩能力差，难以排泄过量的钾离子、钙离子和酸性代谢产物[2]。急性输血反应在儿童中比在成人中更常见。儿童患者非溶血性发热反应、过敏反应和低血压性输血反应的发生率均有所增加[3]。为了保证患儿输血安全有效，应谨慎选择适合新生儿/婴儿输注的血液成分。

在紧急救治时，可能无法满足新生儿/儿童用血的所有要求，此时需要权衡延迟输血与使用替代血液成分的利弊；医疗机构宜制定协商一致的让步放行制度，明确急诊用血可接受的替代血液成分，还应包括临床科室、输血科（血库）和采供血机构之间的沟通过程。替代血液成分的选择需要综合考虑输血原因、常规血液库存是否有血液成分可用、血液机构送血时间安排和当地储血点与医疗机构的距离等因素[4]。

婴幼儿血容量小，随血浆输入的抗体可达到较高浓度，应避免给患儿输注可能带有意外抗体的血液成分[2]。儿科用血宜采用间接抗球蛋白试验筛查具有临床意义的红细胞抗体[4]。

输注去白细胞血液成分可降低经输血传播巨细胞病毒的风险、预防非溶血性发热反应，并降低人类白细胞抗原（human leucocyte antigen, HLA）同种异体免疫反应发生的风险[2]。

制备儿童用血规格血液成分的目的是限制献血者暴露的频次，防止循环超负荷，减少异体输血相关风险，并最大限度地减少血液成分的浪费[2]。

为了防止血液成分输注过量，所有输血处方宜开具医嘱，宜以“mL”而不以“U”作为输血剂量的处方单位。由于献血者的个体差异，制备的血液成分每单位之间实际容量（mL）存在一定差异。同时，血红蛋白（hemoglobin, Hb）浓度和血细胞比容（hematocrit, Hct）、血小板计数是精准计算患儿所需输注红细胞和血小板成分剂量的依据，因此血液成分标签上如附有关于实际容量、红细胞成分血的Hb浓度和Hct、血小板成分血的血小板计数的说明，将有利于临床准确计算患儿所需输注的血量。

医院输血科（血库）宜与新生儿病房联合制定相应制度和程序，通过使用小儿专用联袋红细胞来减少1名受血者输注多名献血者血液成分的机会。对于新生儿输血，小儿专用联袋红细胞在其有效期内均可使用，分配第1袋小儿专用红细胞时最好选择有效期较长的。因此，如该新生儿后续仍需要输血，可使用与第1袋红细胞相同献血者的

多袋红细胞。这一措施同时进一步降低了通过血液供应引起的感染性病原体传播风险[4]。

## 2 关于用于换血的血液的说明和解读

### 2.1 《指南》条款

“11.2.1用于换血的血液

除了符合11.1的建议以外，用于患儿换血的血液还宜符合以下建议：

a）对于ABO血型不合导致的新生儿溶血病，宜选用以O型红细胞和AB型新鲜冰冻血浆（FFP）组合的血液；

b）对于Rh血型不合导致的新生儿溶血病，宜选用以ABO血型与新生儿相同、Rh血型与患儿生母相同的红细胞和AB型FFP组合的血液；

c）组合血液的Hct宜为50%~60%。”

### 2.2 说明和解读

换血的适应证是经深度光照治疗和免疫球蛋白治疗无效的胆红素水平高或快速升高，或者重度贫血的患儿。换血疗法的两个关键目的：一是去除间接胆红素，二是使残留胆红素最大限度地与白蛋白结合。此外，在抗体介导的溶血反应中，换血疗法可以去除游离抗体以及和抗体结合的红细胞，再将其替换为抗原阴性的红细胞[2]。在《指南》新生儿输血6.3部分已经对换血适应证给出了指导和建议[5]。本条款针对换血的相容性血液成分的选择和组合血液Hct给出了建议。

新生儿换血时，相容血液显然要优于不相容血液。此时“相容”应定义为献血者红细胞与患儿生母血清或患儿红细胞放散液（通过放散试验获得的从致敏红细胞上解离下来的抗体溶液）不发生反应（即无凝集和无溶血），而不仅仅是献血者红细胞与患儿血清或血浆不发生反应。例如，抗-A引起的新生儿溶血病患儿，即使患儿血清已不存在游离抗-A（仅红细胞放散液可检出抗-A），A型红细胞与患儿血清交叉配血相容，也不宜给患儿选用A型红细胞换血。因此，为了避免输入导致免疫反应的抗原和抗体，对于ABO血型不合导致的新生儿溶血病，由于新生儿红细胞放散液和/或血清中存在来自生母的抗-A或抗-B，宜首选O型洗涤红细胞。对于Rh血型不合导致的新生儿溶血病患儿，如已明确患儿不存在ABO血型抗体引起的溶血，可选用ABO血型同新生儿、Rh血型同患儿母亲（Rh阴性）的红细胞。血浆首选抗体筛查阴性的AB型血浆[6-7]。

合适的红细胞和血浆比例是防止换血术后贫血或血黏滞度增高的有效措施。《新生儿高胆红素血症诊断和治疗专家共识》[6]建议换血时红细胞与血浆比例为（2~3）：1。美国血库协会制定的《技术手册》[2]推荐用于置换的血液的Hct为45%~60%，包括富含凝血因子的血浆（根据估计的血容量）。英国发布的《胎儿、新生儿和年长儿童的输血指南》[4]推荐的新生儿换血专用红细胞的Hct为50%~60%，以减少换血后贫血和红细胞过多的风险。意大利输血医学和免疫血液学会和意大利新生儿学会工作组发布的《新生儿输血治疗建议》[8]也要求组合血液的Hct为50%~60%。

换血量是影响换血疗效的重要因素，换血量不足可能影响血清胆红素下降水平，而换血量过大是并发症发生率增加的主要原因。换血量为1个血容量即可去除新生儿75%红细胞，2个血容量时可去除85%~90%红细胞[9-10]和50%的循环胆红素[11]，因此换血2个血容量或更能成功去除抗体致敏的新生儿红细胞，并减少随后的换血次数，但是仍缺乏直接证据的支持。1项系统评价比较了单倍血容量换血和双倍血容量换血在促进新生儿无残疾生存和降低胆红素水平方面的效果，截至该研究检索日期，仅有1项随机对照试验符合纳入标准[12]。该系统评价认为现有证据不足以支持使用单倍血容量代替双倍血容量换血。

## 3 关于辐照血液的说明和解读

### 3.1 《指南》条款

“11.3.1 对于具有以下任何1种情况的患儿，宜使用辐照血液。

a）接受亲属来源血液成分。

b）无输血延误风险的新生儿换血。

c）接受过宫内输血的早产儿或足月儿。

d）疑似或确诊先天性T淋巴细胞免疫缺陷的患儿。

e）接受人类白细胞抗原（HLA）配型血小板的患儿。

f）异基因HSC移植的以下情况：

1）从化放疗预处理开始至移植后6个月且淋巴细胞计数>1 × $10^9$/L；

2）存在慢性移植物抗宿主病；

3）需要继续给予免疫抑制治疗。

g）自体骨髓或外周血HSC移植，从化放疗预处理开始至移植后3个月。

h）任何临床分期的霍奇金氏淋巴瘤患儿。

i）使用嘌呤类似物（氟达拉滨、克拉屈滨和脱氧助间型霉素）治疗的患儿。”

“11.3.2 宜使用辐照后24 h内的辐照血液。”

### 3.2 说明和解读

TA-GVHD是一种罕见且通常致命的输血反应，即献血者血液成分中的淋巴细胞攻击受血者的组织，特别是皮肤、骨髓和胃肠道。献血者的淋巴细胞攻击受血者的骨髓，常导致骨髓再生障碍和严重全血细胞减少，导致患者死亡。TA-GVHD尚无很有效的治疗方法，因此预防至关重要。通过在输血前处理血液成分，将有活性的淋巴细胞灭活，则可有效预防。20世纪80年代，TA-GVHD在有风险人群中的总发生率估计为0.1%~1%，但随着人们更了解危险因素并采取预防措施，其发生率已显著降低[13-14]。例如，日本1981—1986年的TA-GVHD发生率约为0.15%，而2000—2001年无病例报道[15]。

全血、红细胞、血小板和粒细胞输注均可发生TA-GVHD，除冰冻解冻去甘油红细胞（解冻洗涤后白细胞被彻底去除）外，上述血液成分均应辐照。新鲜冰冻血浆、冷沉淀凝血因子无需辐照[13]。由于家庭成员具有相同的HLA单体型，故输注家庭成员的血液发生TA-GVHD的风险最大[16]，尤其是来自1级和2级亲属的血液。因同种免疫导致血小板输注无效的患儿，输注HLA配型的非家庭成员血小板时，发生TA-GVHD的风险增加[17]。因此，推荐接受亲属来源血液成分和接受HLA配型血小板的患儿使用辐照血液。

由于免疫系统发育不成熟、使用较新鲜的血液，以及大量输血（如新生儿换血）等原因，胎儿和新生儿（尤其是早产儿）发生TA-GVHD的风险比年长儿童或成人高。换血后6~8周，患儿血液循环中仍可检出献血者淋巴细胞[18]，曾有TA-GVHD病例的相关报道[19-20]。无论患儿是否曾经接受过宫内输血，当患儿需要换血治疗且不会因为辐照血液而导致延误风险时，宜使用辐照血液。

曾有宫内输注非亲属来源血液成分发生移植物抗宿主病（graft-versus-host disease, GVHD）的报道。考虑到宫内输血受血者免疫系统极不成熟且输血量相对较大，推荐尽可能为该类患儿提供辐照血液[4]。基于宫内输血后可能出现输血介导的免疫耐受和免疫抑制的推测，接受过宫内输血的早产儿和足月儿出生后如需继续输血，推荐使用辐照血液[13]。

以T淋巴细胞缺失或T细胞功能严重缺陷为特征的严重原发性T淋巴细胞免疫缺陷儿童可发生TA-GVHD[21-22]。鉴于曾有1例先天性家族性噬血细胞性淋巴组织细胞增生症（hemophagocytic lymphohistiocytosis, HLH）患儿可能患有TA-GVHD的报道[23]，在排除T细胞免疫缺陷之前，对疑似先天性HLH和淋巴细胞减少症的患者给予辐照血液成分是合理的。迄今为止，还没有单独体液免疫缺陷患儿发生TA-GVHD报道。此外，病毒感染导致的暂时性T淋巴细胞功能缺陷和患有获得性免疫缺陷综合征的患儿无需输注辐照血液。

给接受异基因造血干细胞移植（hematopoietic stem cell transplantation, HSCT）的患儿提供辐照血液是一种普遍且被广泛接受的做法。虽然并没有HSCT患儿出现TA-GVHD的相关报道，但考虑到TA-GVHD的严重性，以及在HSCT患儿中识别和诊断TA-GVHD存在困难，没有足够的证据支持改变目前的临床实践。所有异基因HSCT的接受者应从化疗/放疗预处理开始接受辐照血液。当患儿同时满足以下4个条件，可停止使用辐照血液：（1）自移植之日起已超过6个月；（2）淋巴细胞计数>$1\times10^9$/L；（3）患儿无活动性慢性GVHD；（4）不再接受免疫抑制治疗。如果存在慢性GVHD或需要持续免疫抑制治疗，则宜无限期给予辐照血液。如既往诊断为霍奇金氏淋巴瘤或既往使用嘌呤类似物的患儿，应无限期继续给予辐照血液。骨髓和外周血干细胞的捐献者在采集前或采集期间7 d内输注的血液成分也宜进行照射[13]。

血液辐照可以增加钾渗漏。如果辐照后，血液成分保存时间超过24 h，可能需要在输注前洗涤，以去除多余的钾离子。经中心静脉置管输注陈旧红细胞或辐照红细胞（辐照后保存时间>1 d后输注）的婴幼儿，有发生严重不良反应的报道，包括心搏骤停和死亡[24-25]。因此，对于儿童患者，建议使用辐照后24 h内的辐照血液。

## 4 关于洗涤红细胞的说明和解读

### 4.1 《指南》条款

“11.4.1 对于具有以下情况的患儿，宜使用洗涤红细胞：

a）对血浆成分过敏；

b）IgA 缺乏；

c）接受者和捐献者 ABO 血型不相容 HSCT 的血型转换期；

d）新生儿换血。”

“11.4.2 宜选用以 0.9% 氯化钠溶液悬浮的洗涤红细胞。不宜选用以红细胞保存液悬浮的红细胞。”

### 4.2 说明和解读

洗涤红细胞为临床常见红细胞成分类型之一，是采用特定的方法将保存期内的全血、悬浮红细胞用大量等渗溶液洗涤，去除几乎所有血浆成分和部分非红细胞成分，最后将红细胞悬浮于氯化钠注射液或红细胞添加液中制成的红细胞成分血。

由于洗涤红细胞去除了 99% 的血浆成分，可有效降低输血过敏反应的发生率，适用于对血浆成分过敏的患儿。

免疫球蛋白 A（immunoglobulin A, IgA）缺乏症是一种原发性体液免疫缺陷病，表现为血液和体液中 IgA 含量极低，而其他免疫球蛋白含量正常或升高。IgA 缺乏的患者接触血浆 IgA 或丙种球蛋白后，会产生抗 IgA 抗体，以后如再输血或接触球蛋白会引起严重过敏反应。因此，IgA 缺乏患者可输注经过充分洗涤的红细胞[26-28]。

对于 ABO 非同型 HSCT 次侧不相容或双侧不相容的患者，输注的红细胞成分中剩余的献血者血浆存在抗-A 和抗-B 可能会破坏患者红细胞，引起溶血性输血反应。对于成人患者而言，红细胞成分血仅含极少量的血浆，相较于体内数千毫升的正常血容量，数十毫升血浆中存在的抗-A 和抗-B 可能引起溶血性输血反应的概率极低。但是考虑到儿童血容量低，仍存在溶血的风险，建议 ABO 血型不相容 HSCT 的血型转换期患儿输注洗涤红细胞。

对于 ABO 血型不合导致的新生儿溶血病，首选 O 型洗涤红细胞。

洗涤红细胞分为两种，一种在闭合无菌环境下制备，最后以红细胞保存液悬浮，保存期与洗涤前的红细胞相同。一种在开放环境制备，以生理盐水悬浮，保存期为 24 h。目前国内用于洗涤红细胞的保存液是 MAP 保存液。该保存液中含有甘露醇，甘露醇是一种强有力的利尿剂，对血流动力学有影响，可导致早产儿脑血流不稳定[2]。尚不清楚 MAP 保存液对肾功能不全或肝功能不全患儿是否有利，对于大量输血、体外膜肺氧合、心脏手术或换血治疗等患儿的安全性也尚未可知[2, 29]。由于没有可用的数据来确保这些婴儿的安全性，因此《指南》建议对儿科患者宜选用以 0.9% 氯化钠溶液悬浮的洗涤红细胞。

## 5 关于新鲜红细胞的说明和解读

### 5.1 《指南》条款

“11.5 对于以下情况的患儿，宜使用保存时间小于 7 d 的新鲜红细胞：

a）新生儿换血；

b）大量输血；

c）存在高钾血症风险；

d）地中海贫血患儿长期输血。”

### 5.2 说明和解读

红细胞在保存过程中会出现生物化学和形态学方面的变化，包括细胞膜形态变化和微泡形成、pH 值下降、三磷酸腺苷和 2,3-二磷酸甘油酸含量降低，以及溶血磷脂、钾离子和游离 Hb 增加，这些变化统称为保存损伤[30]。

当红细胞保存于 1~6℃时，细胞内钾逐渐逸出至血浆上清或添加剂溶液中。尽管在上清液中的钾离子浓度高，但其体积较小，在新鲜红细胞成分中，细胞外钾总负荷低于 0.5 mmol，过期红细胞成分中也仅为 5~7 mmol。对于大多数受血者，这样浓度的钾极少导致出现高钾血症状，因为快速稀释、分配至细胞以及排泄弱化了钾浓度[31]。对于肾功能衰竭、早产儿，以及需大量输血的新生儿，如心脏手术或换血治疗，可能存在高钾血症的风险。为了减少高钾血症的风险，宜输注“新鲜”血液。输注时的红细胞宜为采血后保存时间 <7 d。

在红细胞保存期间，由于 2,3-二磷酸甘油酸的逐渐下降，Hb 的氧释放功能受损，而后者对于重型地中海贫血患者极为重要。此外，输注红细胞的回收率降低和红细胞寿命缩短可能导致输血需求增加，因此，国际地中海贫血协会目前推荐的做法是，在不会导致输血延误的情况下，尽量为

地中海贫血患儿提供保存时间低于 2 周的红细胞[32]。

## 6 结语与展望

《指南》标准是以循证方法为基础，同时考虑目前的临床实践而制定的推荐性指南标准。本解读系列文章概括说明了该标准的编制过程、重要概念，以及条款制定的背景、证据和理由，有助于文件使用者更好地理解和应用标准内容。然而，新的研究数据仍在不断涌现，难免导致标准中的部分条款存在需要修改的情况，起草专家组将在标准再次修订时予以更新。在标准证据检索过程中，起草专家组发现儿科输血相关的循证证据目前仍十分薄弱，部分推荐是从成人的研究结论外推所得，中国儿童人群的研究数据更是极为有限，期待我国儿科和输血科工作者积极开展儿童输血的临床研究，为中国儿童输血实践提供依据。

作者贡献声明：黄蓉负责数据分析、论文撰写；赵明一、杨明华、竺晓凡、卢俊、徐晓军、袁天明、张蓉、王旭、刘晋萍、王静、黑明燕、何庆南、邵智利负责文章学术性和专业性校对；郭永建、郭佳、吴心音、陈佳睿、陈琦蓉负责指导证据检索和证据评价；桂嵘负责文章的构思、指导修改与定稿。

利益冲突声明：所有作者均声明无利益冲突。

### [参 考 文 献]

[1] 中华人民共和国国家卫生健康委员会法规司. 关于发布《输血相容性检测标准》等3项推荐性卫生行业标准的通告: 国卫通〔2022〕1 号 [EB/OL]. (2022-02-23) [2022-09-01]. https://www.nhc.gov.cn/fzs/c100048/202202/fc6310d72212427c9f5ef2f7f0166aac.shtml.

[2] Cohn CS, Delaney M, Johnson ST, et al. Technical Manual[M]. 20th ed. Bethesda: American Association of Blood Banks, 2020: 771.

[3] Oakley FD, Woods M, Arnold S, et al. Transfusion reactions in pediatric compared with adult patients: a look at rate, reaction type, and associated products[J]. Transfusion, 2015, 55(3): 563-570. PMID: 25145580. DOI: 10.1111/trf.12827.

[4] New HV, Berryman J, Bolton-Maggs PH, et al. Guidelines on transfusion for fetuses, neonates and older children[J]. Br J Haematol, 2016, 175(5): 784-828. PMID: 27861734. DOI: 10.1111/bjh.14233.

[5] 桂嵘, 黄蓉, 杨明华, 等. 国家卫生健康行业标准《儿科输血指南》中新生儿输血的编制说明与解读[J]. 中国当代儿科杂志, 2024, 26(12): 1249-1254. PMID: 39725385. PMCID: PMC11684834. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2408014.

[6] 中华医学会儿科学分会新生儿学组,《中华儿科杂志》编辑委员会. 新生儿高胆红素血症诊断和治疗专家共识[J]. 中华儿科杂志, 2014, 52(10): 745-748. PMID: 25537539. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2014.10.006.

[7] 林园, 王嵘. 新生儿溶血病（HDN）免疫血液学试验推荐方案[J]. 中国输血杂志, 2012, 25(2): 95-100.

[8] Girelli G, Antoncecchi S, Casadei AM, et al. Recommendations for transfusion therapy in neonatology[J]. Blood Transfus, 2015, 13(3): 484-497. PMID: 26445308. PMCID: PMC4607607. DOI: 10.2450/2015.0113-15.

[9] Lathe GH. Exchange transfusion as a means of removing bilirubin in haemolytic disease of the newborn[J]. Br Med J, 1955, 1(4907): 192-196. PMID: 13219375. PMCID: PMC2060840. DOI: 10.1136/bmj.1.4907.192.

[10] SPROUL A, SMITH L. Bilirubin equilibration during exchange transfusion in hemolytic disease of the newborn[J]. J Pediatr, 1964, 65: 12-26. PMID: 14178816. DOI: 10.1016/s0022-3476(64)80547-3.

[11] Forfar JO, Keay AJ, Elliott WD, et al. Exchange transfusion in neonatal hyperbilirubinaemia[J]. Lancet, 1958, 2(7057): 1131-1137. PMID: 13612139. DOI: 10.1016/s0140-6736(58)92402-4.

[12] Thayyil S, Milligan DW. Single versus double volume exchange transfusion in jaundiced newborn infants[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2006(4): CD004592. PMID: 17054210. DOI: 10.1002/14651858.CD004592.pub2.

[13] 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.

[14] Ní Loingsigh S, Flegel WA, Hendrickson JE, et al. Preventing transfusion-associated graft-versus-host disease with blood component irradiation: indispensable guidance for a deadly disorder[J]. Br J Haematol, 2020, 191(5): 653-657. PMID: 32738068. PMCID: PMC9128360. DOI: 10.1111/bjh.17016.

[15] Schroeder ML. Transfusion-associated graft-versus-host disease [J]. Br J Haematol, 2002, 117(2): 275-287. PMID: 11972509. DOI: 10.1046/j.1365-2141.2002.03450.x.

[16] Agbaht K, Altintas ND, Topeli A, et al. Transfusion-associated graft-versus-host disease in immunocompetent patients: case series and review of the literature[J]. Transfusion, 2007, 47(8): 1405-1411. PMID: 17655584. DOI: 10.1111/j.1537-2995.2007.01282.x.

[17] Kopolovic I, Ostro J, Tsubota H, et al. A systematic review of transfusion-associated graft-versus-host disease[J]. Blood, 2015, 126(3): 406-414. PMID: 25931584. DOI: 10.1182/blood-2015-01-620872.

[18] Hutchinson DL, Turner JH, Schlesinger ER. Persistence of donor cells in neonates after fetal and exchange transfusion[J]. Am J Obstet Gynecol, 1971, 109(2): 281-284. PMID: 5539124. DOI: 10.1016/0002-9378(71)90876-3.

[19] Hume HA, Preiksaitis JB. Transfusion associated graft-versus-

host disease, *Cytomegalovirus* infection and HLA alloimmunization in neonatal and pediatric patients[J]. Transfus Sci, 1999, 21(1): 73-95. PMID: 10724787. DOI: 10.1016/s0955-3886(99)00067-3.

[20] Sanders MR, Graeber JE. Posttransfusion graft-versus-host disease in infancy[J]. J Pediatr, 1990, 117(1 Pt 1): 159-163. PMID: 2196356. DOI: 10.1016/s0022-3476(05)82460-6.

[21] Neves JF, Marques A, Valente R, et al. Nonlethal, attenuated, transfusion-associated graft-versus-host disease in an immunocompromised child: case report and review of the literature[J]. Transfusion, 2010, 50(11): 2484-2488. PMID: 20497511. DOI: 10.1111/j.1537-2995.2010.02705.x.

[22] van Royen-Kerkhof A, Wulffraat NM, Kamphuis SS, et al. Nonlethal transfusion associated graft-versus-host disease in a severe combined immunodeficient patient[J]. Bone Marrow Transplant, 2003, 32(10): 1027-1030. PMID: 14595391. DOI: 10.1038/sj.bmt.1704266.

[23] Ozdemir A, Gunes T, Chiang SCC, et al. A newborn with familial hemophagocytic lymphohistiocytosis complicated with transfusion associated graft versus host disease[J]. J Pediatr Hematol Oncol, 2017, 39(6): e309-e311. PMID: 28328614. DOI: 10.1097/MPH.0000000000000777.

[24] Lee AC, Reduque LL, Luban NL, et al. Transfusion-associated hyperkalemic cardiac arrest in pediatric patients receiving massive transfusion[J]. Transfusion, 2014, 54(1): 244-254. PMID: 23581425. DOI: 10.1111/trf.12192.

[25] Hall TL, Barnes A, Miller JR, et al. Neonatal mortality following transfusion of red cells with high plasma potassium levels[J]. Transfusion, 1993, 33(7): 606-609. PMID: 8333025. DOI: 10.1046/j.1537-2995.1993.33793325059.x.

[26] Yuan S, Goldfinger D. A readily available assay for anti-immunoglobulin A: is this what we have been waiting for?[J]. Transfusion, 2008, 48(10): 2048-2050. PMID: 18928505. DOI: 10.1111/j.1537-2995.2008.01906.x.

[27] Brown R, Nelson M, Aklilu E, et al. An evaluation of the DiaMed assays for immunoglobulin A antibodies (anti-IgA) and IgA deficiency[J]. Transfusion, 2008, 48(10): 2057-2059. PMID: 18657081. DOI: 10.1111/j.1537-2995.2008.01830.x.

[28] Chowdary P, Nair D, Davies N, et al. Anaphylactic reaction with prothrombin complex concentrate in a patient with IgA deficiency and anti-IgA antibodies[J]. Blood Coagul Fibrinolysis, 2010, 21(8): 764-765. PMID: 20885296. DOI: 10.1097/MBC.0b013e3283401465.

[29] Luban NL, Strauss RG, Hume HA. Commentary on the safety of red cells preserved in extended-storage media for neonatal transfusions[J]. Transfusion, 1991, 31(3): 229-235. PMID: 1900648. DOI: 10.1046/j.1537-2995.1991.31391165172.x.

[30] Klein HG, Spahn DR, Carson JL. Red blood cell transfusion in clinical practice[J]. Lancet, 2007, 370(9585): 415-426. PMID: 17679019. DOI: 10.1016/S0140-6736(07)61197-0.

[31] Wilson RF, Binkley LE, Sabo FM, et al. Electrolyte and acid-base changes with massive blood transfusions[J]. Am Surg, 1992, 58(9): 535-544. PMID: 1524320.

[32] Cappellini MD, Farmakis D, Porter J, et al. 2021 Guidelines: for the Management of Transfusion Dependent Thalassaemia (TDT) [Internet] [M]. 4th ed. Nicosia (Cyprus): Thalassaemia International Federation, 2023.

（本文编辑：邓芳明）

（©《中国当代儿科杂志》编辑部，开放获取CC BY-NC-ND 4.0协议）
（© Editorial Office of *Chinese Journal of Contemporary Pediatrics*. OA under CC BY-NC-ND 4.0 license）