

doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2408014

指南解读：《儿科输血指南》系列

编者按：儿童与成人之间因生理结构的显著差异，导致两者在血液成分输注策略上存在明显区别。为确保儿童输血的安全性和有效性，遵循科学合理的输血策略至关重要，这是降低输血风险和远期并发症的根本途径。为此，国家卫生健康委员会于2022年1月发布了《儿科输血指南》这一卫生健康行业标准。该指南旨在为我国儿童患者的输血实践提供权威指导。为更好地贯彻和执行该指南，以该指南起草组成员为核心的专家团队，对指南中的重要条款内容、编制背景及其证据进行了详细解读。解读内容涵盖新生儿输血、血液病患儿输血、造血干细胞移植患儿输血、重症及大出血患儿输血、心脏手术患儿输血、儿童用血需求等多个方面。我们期望通过这些解读，帮助儿科医生更深入地理解和应用指南，从而改善输血患儿的临床结局。

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

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

(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.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; 4.苏州大学附属儿童医院血液肿瘤科, 江苏苏州 215025; 5.浙江大学医学院附属儿童医院血液肿瘤内科, 浙江杭州 310005; 6.浙江大学医学院附属儿童医院新生儿科, 浙江杭州 310005; 7.复旦大学附属儿科医院新生儿科, 上海 201102; 8.中国医学科学院阜外医院小儿外科中心, 北京 100032; 9.中国医学科学院阜外医院体外循环中心, 北京 100032; 10.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; 11.河北省儿童医院输血科, 河北石家庄 050031; 12.国家卫生健康标准委员会血液标准专业委员会, 北京 100006; 13.福建省血液中心, 福建福州 350004; 14.中南大学湘雅护理学院, 湖南长沙 410013; 15.中南大学湘雅循证卫生保健研究中心, 湖南长沙 410013; 16.中南大学湘雅公共卫生学院流行病学与卫生统计学系, 湖南长沙 410013; 17.首都医科大学附属北京儿童医院新生儿中心, 北京 100045)

[摘要] 为了指导儿童患者的临床输血实践，国家卫生健康委员会发布了卫生健康行业标准《儿科输血指南》(WS/T 795-2022)。考虑到新生儿时期的生理特殊性，新生儿的输血实践较其他儿童更为错综复杂，因此该指南独立设置新生儿输血一章。该文对新生儿输血条款内容的编制背景和证据作出解读，希望对该指南的新生儿输血部分的理解和贯彻实施有所助益。
[中国当代儿科杂志, 2024, 26 (12): 1249-1254]

[关键词] 输血; 贫血; 血小板减少症; 新生儿溶血病; 新生儿

Explanation and interpretation of the compilation of neonatal blood transfusion in the national health standard "Guideline for pediatric transfusion"

GUI Rong, HUANG Rong, 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, CHEN Jia-Rui, CHEN Qi-Rong, GUO Jia, WU Xin-Yin, HEI Ming-Yan, HE Qing-Nan. Neonatal Center, Beijing Children's Hospital, Capital Medical

[收稿日期] 2024-08-02; **[接受日期]** 2024-10-22

[作者简介] 桂嵘, 女, 博士, 教授, 主任技师; 黄蓉, 女, 博士, 副主任技师。桂嵘和黄蓉具有同等贡献。

[通信作者] 黑明燕, 女, 主任医师, Email: heimingyan@bch.com.cn; 何庆南, 男, 主任医师。Email: heqn2629@csu.edu.cn。黑明燕和何庆南具有同等贡献。

University, Beijing 100045 (Hei M-Y, Email: heimingyan@bch.com.cn); Department of Pediatrics, Third Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410013 (He Q-N, Email: heqn2629@csu.edu.cn)

Abstract: In order to guide clinical blood transfusion practices for pediatric patients, the National Health Commission has released the health standard "Guideline for pediatric transfusion" (WS/T 795-2022). Considering the physiological particularities of the neonatal period, blood transfusion practices for neonates are more complex than those for other children, the guidelines include a separate chapter dedicated to neonatal blood transfusion. This paper interprets the background and evidence for the compilation of the neonatal blood transfusion provisions, hoping to aid in the understanding and implementation of the neonatal blood transfusion section of the guidelines.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2024, 26(12): 1249-1254]

Key words: Blood transfusion; Anemia; Thrombocytopenia; Hemolytic disease of the newborn; Neonate

为了更好地指导儿童患者的临床输血实践，国家卫生健康委员会于 2022 年 1 月发布了卫生健康行业标准《儿科输血指南》(WS/T 795-2022) (以下简称《指南》)^[1]。《指南》起草团队已对有助于《指南》理解的若干标准化概念、《指南》的编制过程，以及《指南》“范围”“总则”“需考虑的因素”的编写作出说明和解读^[2]。《指南》第 6 章为新生儿输血。本文对新生儿输血条款内容及其编制背景和证据作出解读，希望对《指南》该部分的理解和贯彻实施有所助益。

1 新生儿血液生理学特点与输血复杂性

新生儿时期患儿生长发育快速变化，氧气输送与出凝血平衡较其他阶段更为复杂。新生儿输血相关的生理特殊性主要体现在：红细胞寿命短，红细胞生成素水平低，可出现生理性贫血；对失血敏感，失血量达血容量的 10%，即可出现明显症状；胎儿血红蛋白 (hemoglobin, Hb) 含量高，与氧亲和力大，Hb 需维持在较高水平，才能满足生理需要；血小板减少的发生率高；凝血和抗凝系统处于低水平，且储备代偿能力有限；脏器功能不健全，易发生高血钾、低血钙和酸中毒等。以上因素使得新生儿的输血实践更为错综复杂。

2 对新生儿贫血患儿输血的解读

2.1 《指南》条款

《指南》关于新生儿贫血与输血的条款如下。

(1) “6.1.1 早产儿尤其是低出生体重早产儿贫血很常见。除了早产儿自身的原因外，医源性失血是导致其贫血的重要原因。应采取积极措施，减少医源性失血，记录和监控医源性失血量。”

(2) “6.1.2 宜根据早产儿的健康状况，包括胎龄、出生日 (周) 龄、心肺功能、大脑和内脏血

液循环的血氧状态、失血 (包括医源性失血) 状态、其他疾病等，综合分析和权衡贫血的危害、输血的益处及潜在风险，审慎选用严紧或者宽松的红细胞输血阈值。”

(3) “6.1.3 对于超低出生体重儿贫血，宜遵守 6.1.2 提出的输血指导原则，结合表 1 建议的红细胞输血阈值，选用严紧或者宽松的红细胞输血阈值。对于接受大手术或存在大出血 (估计失血量超过自身血容量的 10%)、原因不明的乳酸酸中毒 (动脉血乳酸 ≥ 4 mmol/L) 等危急病情的患儿，可采用更加宽松的输血阈值。”

表 1 超低出生体重贫血患儿红细胞输血阈值

出生日龄 分组	严紧输血阈值				宽松输血阈值			
	危重 ^a		非危重		危重 ^a		非危重	
	Hb (g/L)	Hct (%)	Hb (g/L)	Hct (%)	Hb (g/L)	Hct (%)	Hb (g/L)	Hct (%)
≤ 7 d	115	34	95	28	140	41	120	35
8~21 d	100	30	80	24	125	37	105	31
> 21 d	90	27	70	21	115	34	95	28

注：^a以下病情属于危重，包括 (1) 有创机械通气；(2) 持续正压通气吸入氧分数 > 0.25 ，持续时间 > 12 h/d；(3) 需要治疗的动脉导管未闭；(4) 即使已使用甲基黄嘌呤类药物和持续正压通气，患儿在 24 h 内依然出现需要刺激才能缓解的呼吸暂停 > 6 次，或者低氧发作 > 4 次 ($SpO_2 < 60\%$)；(5) 急性脓毒症或坏死性小肠结肠炎，出现循环衰竭，需要强心和/或升压支持治疗。[Hb] 血红蛋白；[Hct] 血细胞比容。本表引自 WS/T 795-2022《儿科输血指南》^[1]，其中的个别文字和格式按本杂志要求做了修改。

(4) “6.1.4 对于其他新生儿贫血，宜遵守 6.1.2 提出的输血指导原则，采用比超低出生体重儿贫血更为严紧的红细胞输血阈值。”

2.2 说明和解读

2.2.1 背景 新生儿输血的具体阈值难以统一，其受到多种因素的影响，包括失血的急性程度、胎龄、疾病的严重程度、对呼吸支持的需求等。新生儿输血指南主要是根据极低出生体重儿的研

究结果制定。近年来，关于新生儿输血采用宽松还是严紧输注阈值，有几项研究对此进行了探讨。2006 年一项关于早产儿输血需求 (premature infants in need of transfusion, PINT) 随机对照试验 (randomized controlled trial, RCT) 结果显示低 Hb 输血阈值与高 Hb 输血阈值的病死率及支气管肺发育不良、早产儿视网膜病变 (Ⅲ期以上) 或脑损伤 (脑室周围白质软化、颅内出血 4 级或脑室扩大) 发生率无显著差异^[3]。然而，2009 年发表的 PINT 预后随访研究结果表明，较高的 Hb 阈值降低了轻度至中度认知延迟的风险^[4]。但该研究属于事后分析，证据质量有限。为了进一步研究输血对极低出生体重儿神经发育的影响，美国和欧洲分别进行了两项大型多中心 RCT，即早产儿输血研究 (Transfusion of Premature Infants Study, TOPS) 试验^[5] 和输血阈值对极低出生体重儿神经认知结局的影响 (Effects of Transfusion Thresholds on Neurocognitive Outcomes of Extremely Low-Birth-Weight Infants, ETTNO) 试验^[6]。

2.2.2 证据和理由 TOP 试验纳入了 1 824 例超低出生体重儿，结果显示低阈值组和高阈值组的主要结局相似，主要结局包括矫正月龄 22~26 个月时的死亡或神经发育障碍，后者包括中度或重度脑性瘫痪、严重视力或听力损失、认知迟缓。在 2 岁时，低阈值组和高阈值组的病死率、神经发育障碍和严重不良事件的发生率均相近^[5]。

ETTNO 研究结果显示，矫正月龄 24 个月时，严紧与宽松输血阈值组的主要结局发生率相近。主要结局指死亡或神经发育障碍，后者包括脑性瘫痪、认知障碍或严重视力或听力障碍。两组的次要结局风险也相似，包括单纯死亡、矫正月龄 24 个月时的认知缺陷和脑性瘫痪、需手术治疗的坏死性小肠结肠炎、支气管肺发育不良、因早产儿视网膜病变接受治疗和生长情况^[6]。《指南》中关于超低出生体重儿的红细胞输血阈值建议 (表 1) 源自 ENNT0 试验中使用的输血阈值。

采取宽松还是严紧输血阈值对新生儿的疾病转归更佳目前仍无定论。虽然考虑到血液资源的有限性及输血伴随的高风险，实行严紧输血阈值可能是必要的，但另外一些研究并不完全支持严紧输血阈值，这些研究认为较低的 Hb 可能会导致新生儿脑动脉缺氧或新生儿坏死性小肠结肠炎发生率增加^[7-11]。因此，经专家讨论决定，《指南》将严紧和宽松的两种输血阈值均予以推荐。临床医生宜综

合分析和权衡贫血的危害、输血的益处和潜在风险，审慎选用严紧或者宽松的红细胞输注策略。

3 对新生儿血小板减少症患者输血的解读

3.1 《指南》条款

《指南》关于新生儿血小板减少症患者输血的条款如下。

(1) “6.2.1 对于极重度血小板减少症 (PLT $<25 \times 10^9/L$) 的早产儿，在针对病因治疗的同时，宜给予输注血小板。”

(2) “6.2.2 对于 PLT $\geq 25 \times 10^9/L$ 、无出血表现的新生儿，不宜常规给予输注血小板。”

3.2 说明和解读

3.2.1 背景 与成人和年龄较大儿童相比，新生儿更容易出现血小板减少，在新生儿重症监护病房血小板减少的患儿可达 20%~25%^[12]。虽然新生儿血小板输注大多是预防性用于没有出血证据的患儿，但尚无最佳阈值，严重出血的风险因临床情况而异。迄今为止，关于新生儿血小板输注的 RCT 仅有两项。第一项关于新生儿预防性血小板输注的 RCT^[13] 比较了将血小板计数 (platelet count, PLT) $50 \times 10^9/L$ 和 PLT $150 \times 10^9/L$ 作为血小板输注阈值的效果，研究结果发表于 1993 年，距今已有 30 年，可能与当前新生儿实践的相关性有限。另一项是在欧洲进行的新生儿血小板输注研究-2 (Platelets for Neonatal Transfusion-Study 2, PlaNeT-2)^[14]。

3.2.2 证据和理由 PlaNeT-2^[14] 共纳入了 660 早产儿，发现将 PLT $<50 \times 10^9/L$ 作为血小板输注阈值的患儿其 28 d 内严重出血的发生率及病死率均高于将 PLT $<25 \times 10^9/L$ 作为血小板输注阈值的患儿 (26% vs 19%)，两组患儿新发严重出血率相近 (14% vs 11%)。两组之间严重不良事件发生率无明显差异，这些不良事件包括多器官功能衰竭、肾功能衰竭、坏死性小肠结肠炎、呼吸衰竭、脓毒症和 2 期或更晚期早产儿视网膜病变。高阈值组支气管炎肺发育不良的风险稍有增加 (63% vs 54%)。

PlaNeT-2^[14] 提示，采用较低的血小板输注阈值有利于提高患儿的生存率，但目前原因尚不清楚。《新英格兰医学杂志》对该研究结论发表了编辑述评。该述评推测，输注血小板可能导致患儿出血发生率更高的原因在于，成人血小板的反应性比婴儿血小板强。因此，输注成人血小板可能使新生儿的初级止血平衡向促微血栓形成的状态

倾斜，从而增加出血风险^[15]。虽然这一推测需要进一步的研究来证实，但基于现有证据，使用 PLT $<25 \times 10^9/L$ 作为新生儿预防性血小板输注阈值是安全的。

4 对新生儿溶血病患者输血的解读

4.1 《指南》条款

《指南》关于新生儿溶血病患者换血治疗的条

款如下。

(1) “6.3.1 对于晚期早产（出生胎龄 ≥ 35 周）和足月产的溶血病患者，宜根据患儿具体病情，结合表 2 建议的换血血清总胆红素（TSB）阈值，作出是否需要换血的判断。”

(2) “6.3.2 对于低出生体重（ $<2 500 g$ ）的溶血病患者，宜根据患儿具体病情，结合表 3 建议的换血 TSB 阈值，做出是否需要换血的判断。”

表 2 晚期早产（出生胎龄 ≥ 35 周）或足月产溶血病患者换血 TSB 阈值

病情分组 ^a	TSB 阈值 ($\mu\text{mol/L}$)				
	出生时间 $<24 h$	出生时间 $24\sim 48 h$	出生时间 $49\sim 72 h$	出生时间 $73\sim 96 h$	出生时间 $>96 h$
高危	257	291	316	325	325
中危	282	325	359	385	385
低危	325	376	410	428	428

注：^a根据出生胎龄和是否存在高危因素将病情严重程度分为以下 3 种类型。(1) 高危：出生胎龄 $35\sim 37^{*6}$ 周且存在高危因素；(2) 中危：出生胎龄 ≥ 38 周且存在高危因素，或出生胎龄 $35\sim 37^{*6}$ 周，且一般情况好；(3) 低危：出生胎龄 ≥ 38 周，且一般情况好。高危因素是指存在同种免疫性溶血、葡萄糖-6-磷酸脱氢酶缺乏、窒息、明显嗜睡、体温不稳定、败血症、酸中毒中任何一种病情。本表引自 WST 795-2022《儿科输血指南》^[1]，其中的个别文字和格式按本杂志要求做了修改。

表 3 低出生体重溶血病患者换血 TSB 阈值

出生体重分组	TSB 阈值 ($\mu\text{mol/L}$)					
	出生时间 $<24 h$	出生时间 $24\sim 48 h$	出生时间 $49\sim 72 h$	出生时间 $73\sim 96 h$	出生时间 $97\sim 120 h$	出生时间 $>120 h$
$<1 000 g$	137	171	205	205	257	257
$1 000\sim 1 249 g$	171	205	257	257	308	308
$1 250\sim 1 999 g$	171	205	257	257	308	308
$2 000\sim 2 299 g$	205	257	308	342	342	342
$2 300\sim 2 499 g$	205	308	342	376	393	393

注：本表引自 WST 795-2022《儿科输血指南》^[1]，其中的个别文字和格式按本杂志要求做了修改。

(3) “6.3.3 对于已出现急性胆红素脑病临床表现的患儿，即使其 TSB 水平未达到换血阈值，或者在准备换血期间其 TSB 水平已明显下降，也宜尽快为其实施换血。”

(4) “6.3.4 在准备换血的同时，宜先给予患儿强光疗 $4\sim 6 h$ ，如果患儿 TSB 水平未下降甚至持续上升，宜尽快为其实施换血。”

(5) “6.3.5 宜采用符合 11.2 建议的组合血液为患儿实施换血。”

(6) “6.3.6 换血量宜为患儿自身血容量的 2 倍（ $150\sim 180 \text{ mL/kg}$ ）。”

4.2 说明和解读

4.2.1 背景 关于换血适应证，未能查询到 RCT、系统评价、Meta 分析等经典证据，现有证据

大部分是基于专家共识。这可能是由于前瞻性地对患有严重新生儿高胆红素血症患儿随机分配到光疗或更危险的换血疗法中，无论其风险状态如何，在伦理上都是不允许的。《指南》中关于新生儿溶血病换血指征参考自《新生儿高胆红素血症诊断和治疗专家共识》^[16]，该共识既参考美国儿科学会 2004 年发表的《胎龄 ≥ 35 周新生儿高胆红素血症处理指南》^[17]，又更适合我国实际情况。

4.2.2 证据和理由 用于指导换血治疗的血清总胆红素（total serum bilirubin, TSB）阈值取决于胎龄以及新生儿是否存在神经毒性危险因素。与足月儿相比，早产儿更易在较低的 TSB 水平时发生胆红素脑病和核黄疸^[18]。胎龄 <38 周的新生儿，神经毒性风险增加，且这种风险随着早产程度的增

加而增加^[17]。其他神经毒性危险因素包括存在同种免疫性溶血、葡萄糖-6-磷酸脱氢酶 (glucose-6-phosphate dehydrogenase, G6PD) 缺乏、窒息、明显嗜睡、体温不稳定、败血症、酸中毒等^[17]。《指南》将参考指南中给出的换血 TSB 参考曲线改编成表格形式 (表 2), 以方便临床医生使用。

对于 TSB 升高伴急性胆红素脑病临床症状 (例如嗜睡、肌张力增高或减低、吸吮欠佳、哭声高调、反复呼吸暂停、角弓反张、颈后倾和惊厥) 的患儿, 即使 TSB 未达到换血阈值, 也需要换血。但是, 当有脑病症状的新生儿 TSB 水平远低于换血阈值时, 应评估是否存在其他病因。值得注意的是, TSB 阈值作为指南使用, 不能确保避免不良后遗症。临床医生应意识到不同新生儿发生胆红素神经毒性的风险有差异。是否决定换血需要临床判断, 考虑 TSB 的变化轨迹、临床症状进展和识别存在的神经毒性危险因素。

在准备换血的同时, 宜先给予患儿强光疗 4~6 h, 若患儿 TSB 水平未下降甚至持续上升, 宜尽快为其实施换血。但在开始换血之前, TSB 浓度低于换血阈值, 患儿没有表现出急性胆红素脑病的中晚期迹象, 则可以推迟换血, 同时继续强化光疗并每 2 h 进行一次 TSB, 直到 TSB 低于升级治疗阈值 (将低于换血阈值 34.2 mg/dL 定义为升级治疗阈值)^[19]。

关于用于换血的组合血液的建议, 《指南》将其放在“儿童用血需求”一章, 具体内容将在对该章节的编制说明和解读中给出。

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高的主要原因。一般而言, 换血量为单倍血容量即可去除新生儿 75% 红细胞, 双倍血容量时可去除 85%~90% 红细胞^[20] 和高达 50% 的循环胆红素^[21], 因此双倍血容量换血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。

5 结语与展望

Hb、Hct 或 PLT 分析虽广泛可用并且非常适合多中心试验, 但对于在不同妊娠期和出生后年龄、不同疾病的新生儿, 并不能很好地预测患儿临床结局。因此迫切需要相关研究以确定适合新生儿的生理标志物 (包括组织供氧和止凝血功能)。近年来, 越来越多的研究开始关注通过使用近红外

光谱技术 (near-infrared spectroscopy, NIRS) 监测脑部局部组织氧饱和度或组织氧合指数以确定启动红细胞输注的时机^[22]。系统评价分析发现, 在新生儿重症监护室住院期间, 贫血和红细胞输注与早产儿的大脑发育和神经发育密切相关, 这可能与脑氧合有关。因此, 采用基于 NIRS 的脑组织氧饱和度评估的个体化红细胞输注策略似乎是合理的^[23]。考虑到 NIRS 仪器设备在国内的普及性较差, 且尚处于研究阶段, 经专家讨论决定暂不将采用基于 NIRS 的个体化红细胞输注策略纳入《指南》推荐意见。随着人们对输血的免疫调节作用以及血小板和红细胞在免疫调节和炎症中的作用的日益认识, 也需要开展研究以更好地了解输血对新生儿神经发育、免疫和炎症的影响。

作者贡献声明: 桂嵘、黄蓉负责数据分析、论文撰写; 杨明华、竺晓凡、卢俊、徐晓军、袁天明、张蓉、王旭、刘晋萍、王静、邵智利、赵明一负责文章学术性和专业性校对; 郭佳、吴心音、陈佳睿、陈琦蓉负责指导证据检索和证据评价过程; 黑明燕、何庆南、郭永建负责文章的构思、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. 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]. <http://www.nhc.gov.cn/cms-search/xxgk/getManuscriptXxgk.htm?id=1484f47dcf824ee8bae3ad7b6809e603>.
- [2] 黄蓉, 何庆南, 黑明燕, 等. 国家卫生健康行业标准《儿科输血指南》总体编制说明和解读[J]. 中国输血杂志, 2024, 37(7): 839-844. DOI: 10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2024.07.021.
- [3] Kirpalani H, Whyte RK, Andersen C, et al. The premature infants in need of transfusion (PINT) study: a randomized, controlled trial of a restrictive (low) versus liberal (high) transfusion threshold for extremely low birth weight infants[J]. J Pediatr, 2006, 149(3): 301-307. PMID: 16939737. DOI: 10.1016/j.jpeds.2006.05.011.
- [4] Whyte RK, Kirpalani H, Asztalos EV, et al. Neurodevelopmental outcome of extremely low birth weight infants randomly assigned to restrictive or liberal hemoglobin thresholds for blood transfusion[J]. Pediatrics, 2009, 123(1): 207-213. PMID: 19117884. DOI: 10.1542/peds.2008-0338.
- [5] Kirpalani H, Bell EF, Hintz SR, et al. Higher or lower hemoglobin transfusion thresholds for preterm infants[J]. N Engl J Med, 2020, 383(27): 2639-2651. PMID: 33382931. PMID: 33382931.

- PMC8487591. DOI: 10.1056/NEJMoa2020248.
- [6] Franz AR, Engel C, Bassler D, et al. Effects of liberal vs restrictive transfusion thresholds on survival and neurocognitive outcomes in extremely low-birth-weight infants: the ETTNO randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2020, 324(6): 560-570. PMID: 32780138. PMCID: PMC7420159. DOI: 10.1001/jama.2020.10690.
- [7] Ozcan B, Aydemir O, Isik DU, et al. Severe anemia is associated with intestinal injury in preterm neonates[J]. *Am J Perinatol*, 2020, 37(6): 603-606. PMID: 30947347. DOI: 10.1055/s-0039-1683982.
- [8] Arthur CM, Nalbant D, Feldman HA, et al. Anemia induces gut inflammation and injury in an animal model of preterm infants[J]. *Transfusion*, 2019, 59(4): 1233-1245. PMID: 30897226. PMCID: PMC6525338. DOI: 10.1111/trf.15254.
- [9] Whitehead HV, Vesoulis ZA, Maheshwari A, et al. Anemia of prematurity and cerebral near-infrared spectroscopy: should transfusion thresholds in preterm infants be revised? [J]. *J Perinatol*, 2018, 38(8): 1022-1029. PMID: 29740185. PMCID: PMC6136959. DOI: 10.1038/s41372-018-0120-0.
- [10] Flannery DD, Foglia EE. The contributions of red blood cell transfusion and severe anemia in necrotizing enterocolitis: causes or confounders? [J]. *J Perinatol*, 2017, 37(6): 626-628. PMID: 28333160. DOI: 10.1038/jp.2017.32.
- [11] Patel RM, Knezevic A, Shenvi N, et al. Association of red blood cell transfusion, anemia, and necrotizing enterocolitis in very low-birth-weight infants[J]. *JAMA*, 2016, 315(9): 889-897. PMID: 26934258. PMCID: PMC4805423. DOI: 10.1001/jama.2016.1204.
- [12] Roberts I, Stanworth S, Murray NA. Thrombocytopenia in the neonate[J]. *Blood Rev*, 2008, 22(4): 173-186. PMID: 18433954. DOI: 10.1016/j.blre.2008.03.004.
- [13] Andrew M, Vegh P, Caco C, et al. A randomized, controlled trial of platelet transfusions in thrombocytopenic premature infants[J]. *J Pediatr*, 1993, 123(2): 285-291. PMID: 8345429. DOI: 10.1016/s0022-3476(05)81705-6.
- [14] Curley A, Stanworth SJ, Willoughby K, et al. Randomized trial of platelet-transfusion thresholds in neonates[J]. *N Engl J Med*, 2019, 380(3): 242-251. PMID: 30387697. DOI: 10.1056/NEJMoa1807320.
- [15] Sola-Visner MC. Platelet transfusions in neonates: less is more[J]. *N Engl J Med*, 2019, 380(3): 287-288. PMID: 30650325. DOI: 10.1056/NEJMe1813419.
- [16] 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.
- [17] American Academy of Pediatrics Subcommittee on Hyperbilirubinemia. Management of hyperbilirubinemia in the newborn infant 35 or more weeks of gestation[J]. *Pediatrics*, 2004, 114(1): 297-316. PMID: 15231951. DOI: 10.1542/peds.114.1.297.
- [18] Watchko JF. Bilirubin-induced neurotoxicity in the preterm neonate[J]. *Clin Perinatol*, 2016, 43(2): 297-311. PMID: 27235209. DOI: 10.1016/j.clp.2016.01.007.
- [19] Kemper AR, Newman TB, Slaughter JL, et al. Clinical practice guideline revision: management of hyperbilirubinemia in the newborn infant 35 or more weeks of gestation[J]. *Pediatrics*, 2022, 150(3): e2022058859. PMID: 35927462. DOI: 10.1542/peds.2022-058859.
- [20] 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.
- [21] Forfar JO, Keay AJ, Elliott WD, et al. Exchange transfusion in neonatal hyperbilirubinemia[J]. *Lancet*, 1958, 2(7057): 1131-1137. PMID: 13612139. DOI: 10.1016/s0140-6736(58)92402-4.
- [22] Banerjee J, Aladangady N. Biomarkers to decide red blood cell transfusion in newborn infants[J]. *Transfusion*, 2014, 54(10): 2574-2582. PMID: 24797124. DOI: 10.1111/trf.12670.
- [23] Kalteren WS, Verhagen EA, Mintzer JP, et al. Anemia and red blood cell transfusions, cerebral oxygenation, brain injury and development, and neurodevelopmental outcome in preterm infants: a systematic review[J]. *Front Pediatr*, 2021, 9: 644462. PMID: 33718309. PMCID: PMC7952449. DOI: 10.3389/fped.2021.644462.

(本文编辑: 邓芳明)

(版权所有©2024中国当代儿科杂志)