

doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2019.07.004

论著·临床研究

红细胞储存时间对高胆红素血症新生儿 换血治疗的疗效及内环境的影响

张德双¹ 黄远帅² 谢东可¹ 何娜¹ 董文斌¹ 雷小平¹

(西南医科大学附属医院 1. 新生儿科; 2. 输血科, 四川 泸州 646000)

[摘要] **目的** 探讨不同储存时间的红细胞对高胆红素血症新生儿换血治疗的疗效及内环境的影响。**方法** 回顾性分析2015年1月至2018年8月经换血治疗的135例高胆红素血症新生儿的临床资料,按输入红细胞的储存时间分为短期储存组(储存时间 ≤ 7 d, $n=56$)和长期储存组(储存时间 >7 d, $n=79$)。比较两组患儿换血后0 h、12 h的血清总胆红素(TBIL)水平与TBIL下降率,以及换血后继续光疗时间及再次换血率。比较分析两组患儿换血前及换血后0 h的血常规、电解质、血糖及血气分析指标的变化。**结果** 换血后0 h,两组患儿TBIL水平及TBIL下降率比较差异无统计学意义($P>0.05$);换血后12 h,长期储存组TBIL水平高于短期储存组, TBIL下降率低于短期储存组($P<0.01$);长期储存组换血后的继续光疗时间更长($P<0.05$);长期储存组低血钠、高血钾及代谢性酸中毒等换血并发症的发生率较短期储存组增加($P<0.05$)。**结论** 使用储存时间 >7 d的红细胞输入不影响新生儿换血治疗的即时效果,但换血后继续光疗效果较差,亦增加了低血钠、高血钾及代谢性酸中毒的发生风险。**[中国当代儿科杂志, 2019, 21(7): 635-639]**

[关键词] 高胆红素血症; 红细胞悬液; 换血; 新生儿

Effect of red blood cell storage duration on the clinical effect of exchange transfusion and internal environment in neonates with hyperbilirubinemia

ZHANG De-Shuang, HUANG Yuan-Shuai, XIE Dong-Ke, HE Na, DONG Wen-Bin, LEI Xiao-Ping. Department of Neonatology, Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Luzhou, Sichuan 646000, China (Lei X-P, Email: leixiaopingde@126.com)

Abstract: Objective To study the effect of red blood cell (RBC) storage duration on the clinical effect of exchange transfusion (ET) and internal environment in neonates with hyperbilirubinemia. **Methods** A retrospective analysis was performed for the clinical data of 135 neonates with hyperbilirubinemia who received ET between January 2015 and August 2018. According to RBC storage duration, the neonates were divided into short-term storage group (RBCs were stored for ≤ 7 days) with 56 neonates and long-term storage group (RBCs were stored for >7 days) with 79 neonates. The two groups were compared in terms of serum total bilirubin (TBIL) level and the rate of TBIL reduction at 0 and 12 hours after ET, as well as the duration of continued phototherapy and rate of repeated ET. Routine blood test parameters, electrolytes, blood glucose, and blood gas parameters were measured before ET and at 0 hour after ET. **Results** At 0 hour after ET, there were no significant differences in the TBIL level and the rate of TBIL reduction between the two groups ($P>0.05$). At 12 hours after ET, the long-term storage group had a significantly higher TBIL level and a significantly lower rate of TBIL reduction than the short-term storage group ($P<0.01$). The long-term storage group had a significantly longer duration of continued phototherapy after ET than the short-term storage group ($P<0.05$). Compared with the short-term storage group, the long-term storage group had significantly higher incidence rates of ET-related complications, including hyponatremia, hyperkalemia, and metabolic acidosis ($P<0.05$). **Conclusions** The use of RBCs with a storage duration of >7 days in ET for neonates with hyperbilirubinemia does not affect the immediate effect of ET, but these neonates tend to have a poor outcome after continued phototherapy and high risk of hyponatremia, hyperkalemia, and metabolic acidosis. **[Chin J Contemp Pediatr, 2019, 21(7): 635-639]**

Key words: Hyperbilirubinemia; Red blood cell suspension; Exchange transfusion; Neonate

[收稿日期] 2019-01-02; [接受日期] 2019-05-14

[作者简介] 张德双, 女, 硕士, 主治医师。

[通信作者] 雷小平, 男, 副主任医师。Email: leixiaopingde@126.com。

高胆红素血症是新生儿期常见的临床症状，严重病例可合并胆红素脑病，进而导致死亡及神经系统后遗症，换血治疗是严重高胆红素血症的急救治疗措施。然而，换血治疗在有效降低血清胆红素的同时，也会引起机体血糖波动、酸碱失衡、电解质紊乱、血细胞数改变等内环境紊乱^[1-2]。临床实际工作中，换血常大量使用库存红细胞。红细胞“储存损伤”是指较长时间储存时，物理、化学、生物及氧化等因素导致的红细胞损伤^[3]，是引起输血并发症的主要原因。然而，采用长期储存的红细胞是否影响新生儿高胆红素血症的换血治疗效果？以及储存时间延长是否对机体内环境有更严重的影响？本研究回顾性分析近年我院接受换血治疗的高胆红素血症患者的临床资料，探讨红细胞储存时间对新生儿换血疗效及内环境的影响。

1 资料与方法

1.1 研究对象及分组

2015年1月至2018年8月，我院新生儿科收治接受换血治疗的高胆红素血症患儿148例，排除35周以下早产儿2例、小于胎龄儿3例、严重先天性结构或染色体异常2例、住院中途放弃及治疗资料不完整者6例，最终，纳入胎龄 ≥ 35 周接受换血治疗的高胆红素血症新生儿共135例。根据输入红细胞的储存时间不同^[4]，将135例新生儿分为短期储存组56例（储存时间 ≤ 7 d）和长期储存组79例（储存时间 >7 d），其中，短期储存组红细胞储存中位时间为5（3~7）d，长期储存组红细胞储存中位时间为11（8~21）d。由于换血者所用红细胞的数目至少为2U，故部分（61例）新生儿换血时会接受来自于不同时间捐献者的红细胞，因此，对于该部分患者使用红细胞的储存时间，以存储时间最久的血源来计算。

1.2 方法

参考Bhutani等^[5]制作的新生儿小时胆红素列线图作为新生儿高胆红素血症的诊断与干预标准；换血指征参考2014年中华医学会儿科学分会新生儿学组制定的《新生儿高胆红素血症诊断和治疗专家共识》中的相关标准^[6]。在镇静作用下，采取外周动静脉双管同步换血术（选择桡动

脉及对侧上肢或下肢外周静脉），换血量为双倍血容量（150~180 mL/kg），换血速度控制在每分钟1~2 mL/kg，换血时间控制在90~180 min。换血时等容量匀速地抽出与输入血液，每换出100 mL血液，缓慢静脉滴注5%葡萄糖酸钙2 mL。对换血前血红蛋白（HGB） $\geq 120\sim 130$ g/L者（出生24 h以内，HGB ≥ 130 g/L；24 h及以后者，HGB ≥ 120 g/L），红细胞与血浆比例选择红细胞2U：血浆100 mL配比混合；反之，换血前HGB $<120\sim 130$ g/L者，红细胞与血浆比例选择红细胞3U：血浆100 mL配比混合，血浆均为新鲜冰冻血浆。换血前后检测新生儿血常规、肝功能、血糖、电解质及血气分析指标；换血后每隔2 h测定经皮胆红素水平，并于换血后12（10~21）h，再次微量血检测血清总胆红素（TBIL）水平，如超过换血前水平或仍达换血标准者进行二次换血；未达换血指征则持续蓝光照射治疗，待TBIL降至光疗阈值以下50 $\mu\text{mol/L}$ （3 mg/dL）停止光疗；光疗停止后12~18 h再次检测TBIL水平决定是否再次光疗，继续光疗过程中间隔6~12 h反复测定经皮胆红素。

换血后反复检测血气、血糖及电解质等指标，在7 d以内发生以下任何一项无其他继发因素的合并症均定义为换血并发症^[7]：低钠血症（血清钠 <130 mmol/L）、低钾血症（血清钾 <3.5 mmol/L）或高钾血症（血清钾 >5.5 mmol/L）、低钙血症（血清总钙 <1.8 mmol/L）或高钙血症（血清总钙 >2.75 mmol/L）、低血糖（血糖 <2.2 mmol/L）或高血糖（血糖 >7 mmol/L）、代谢性酸中毒及血小板减少症（血小板计数 $<100 \times 10^9/\text{L}$ ）。

1.3 统计学分析

应用SPSS 19.0统计软件对数据进行统计学分析。计量资料采用均数 \pm 标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）或中位数（四分位间距） $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示，两组间比较使用两样本 t 检验或秩和检验；计数资料采用百分率（%）表示，两组间比较使用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿一般情况

两组患者的胎龄、出生体重、性别、分娩方

式、喂养方式、换血日龄、换血总量、换血时间、主要病因构成等方面比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 见表1。

表1 两组患儿一般情况比较

一般情况	短期储存组 (n=56)	长期储存组 (n=79)	$\chi^2(t)$ 值	P 值
胎龄 ($\bar{x} \pm s$, 周)	38.7 ± 1.6	39.1 ± 1.5	(-1.42)	0.16
出生体重 ($\bar{x} \pm s$, kg)	3.2 ± 0.5	3.2 ± 0.6	(0.12)	0.90
性别 [例 (%)]				
男	31(55)	40(51)	0.29	0.59
女	25(45)	39(49)		
分娩方式 [例 (%)]				
经阴道分娩	44(79)	57(72)	0.72	0.40
剖宫产	12(21)	22(28)		
喂养方式 [例 (%)]				
母乳喂养	34(61)	44(56)	1.06	0.59
人工喂养	10(18)	20(25)		
混合喂养	12(21)	15(19)		
换血日龄 ($\bar{x} \pm s$, d)	5 ± 3	4 ± 3	(0.64)	0.52
换血总量 ($\bar{x} \pm s$, mL/kg)	160 ± 16	161 ± 14	(-0.32)	0.75
换血时间 ($\bar{x} \pm s$, min)	118 ± 20	120 ± 20	(-0.59)	0.56
主要病因构成 [例 (%)]				
ABO 溶血	27(48)	40(51)	0.19	0.98
RH 溶血	5(9)	8(10)		
败血症	7(12)	9(11)		
其他	17(30)	22(28)		

2.2 两组患儿换血前后 TBIL 水平及 TBIL 下降率变化

换血前, 两组患儿 TBIL 水平比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 换血后 0 h, 两组患儿 TBIL 水平及 TBIL 下降率比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$); 然而, 在换血后 12 h, 长期储存组 TBIL 水平高于短期储存组, TBIL 下降率低于短期储存组 ($P<0.001$)。见表2。

2.3 两组患儿继续光疗时间及二次换血情况

换血后, 长期储存组的继续光疗时间为 56 (45, 76) h, 较短期储存组 [48 (40, 70) h] 显著延长 ($Z=-2.32, P=0.02$); 短期储存组的再次换血率为 4% (2/56), 长期储存组的再次换血率为 4% (3/79), 两组再次换血率比较差异无统计学意义 ($\chi^2=0, P=1.00$)。

2.4 两组患儿血液指标变化及换血并发症情况

换血前及换血后 0 h, 两组患儿在白细胞 (WBC) 计数、红细胞 (RBC) 计数、HGB 及血小板 (PLT) 计数等多项血液指标方面比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 见表3。

换血后, 短期储存组发生血小板减少症 19 例 (34%), 长期储存组发生血小板减少症 26 例 (33%), 两组间血小板减少症发生率比较差异无统计学意义 ($\chi^2=0.02, P=0.90$)。

表2 两组患儿换血前后 TBIL 水平及 TBIL 下降率比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	换血前 TBIL ($\mu\text{mol/L}$)	换血后 TBIL			
			0 h 水平 ($\mu\text{mol/L}$)	0 h 下降率 (%)	12 h 水平 ($\mu\text{mol/L}$)	12 h 下降率 (%)
短期储存组	56	439 ± 112	232 ± 76	47 ± 13	179 ± 53	58 ± 14
长期储存组	79	411 ± 75	227 ± 72	45 ± 14	219 ± 58	49 ± 29
t 值		-0.65	0.36	0.87	-4.05	-5.04
P 值		0.52	0.72	0.38	<0.001	<0.001

表3 两组患儿换血前后血液指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	换血前				换血后 0 h			
		WBC ($\times 10^9/\text{L}$)	RBC ($\times 10^{12}/\text{L}$)	HGB (g/L)	PLT ($\times 10^9/\text{L}$)	WBC ($\times 10^9/\text{L}$)	RBC ($\times 10^{12}/\text{L}$)	HGB (g/L)	PLT ($\times 10^9/\text{L}$)
短期储存组	56	16.0 ± 6.2	4.2 ± 0.8	143 ± 26	318 ± 78	7.9 ± 2.8	5.1 ± 0.6	164 ± 20	126 ± 49
长期储存组	79	15.5 ± 5.8	4.0 ± 0.9	138 ± 30	296 ± 97	8.4 ± 3.1	5.3 ± 0.6	166 ± 18	116 ± 46
t 值		0.43	1.69	0.87	1.40	-0.95	-1.58	-0.56	1.19
P 值		0.67	0.09	0.39	0.16	0.35	0.12	0.58	0.24

2.5 两组患儿代谢指标变化及换血并发症情况

换血前，两组患儿的各项代谢指标比较，差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。换血后 0 h，与短期储存组比较，长期储存组低血钠、高血钾现象更为明显，全血 pH 值及 HCO_3^- 浓度降低更为显著 ($P<0.05$)；而血清钙、血糖水平在两组间比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 4。

换血后，与短期储存组比较，长期储存组低钠血症 (2/56 vs 11/79, $\chi^2=4.04$, $P=0.04$)、高

钾血症 (2/56 vs 13/79, $\chi^2=5.51$, $P=0.02$) 及代谢性酸中毒 (8/56 vs 24/79, $\chi^2=4.69$, $P=0.03$) 的发生率显著增加；两组间低钾血症 (1/56 vs 2/79, $\chi^2=0$, $P=1.00$)、低钙血症 (3/56 vs 6/79, $\chi^2=0.03$, $P=0.87$)、高钙血症 (4/56 vs 10/79, $\chi^2=1.07$, $P=0.30$) 及高血糖 (45/56 vs 65/79, $\chi^2=0.08$, $P=0.78$) 的发生率比较差异均无统计学意义；换血后两组患儿中均未见低血糖的发生。

表 4 两组患儿换血前后代谢指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	换血前						换血后 0 h					
		血清钠 (mmol/L)	血清钾 (mmol/L)	血清钙 (mmol/L)	血糖 (mmol/L)	pH	HCO_3^- (mmol/L)	血清钠 (mmol/L)	血清钾 (mmol/L)	血清钙 (mmol/L)	血糖 (mmol/L)	pH	HCO_3^- (mmol/L)
短期储存组	56	141 ± 4	3.9 ± 0.6	2.25 ± 0.31	5.5 ± 1.7	7.41 ± 0.05	22 ± 3	136 ± 5	4.4 ± 0.7	2.4 ± 0.4	9.2 ± 2.6	7.36 ± 0.06	21 ± 4
长期储存组	79	140 ± 3	4.1 ± 0.7	2.24 ± 0.25	5.5 ± 1.8	7.42 ± 0.06	22 ± 4	133 ± 3	4.9 ± 0.8	2.4 ± 0.5	9.2 ± 2.7	7.33 ± 0.10	19 ± 5
<i>t</i> 值		1.67	-1.25	0.33	0.04	-1.48	0.04	4.12	-3.60	0.17	0.03	2.28	2.57
<i>P</i> 值		0.10	0.21	0.74	0.97	0.14	0.97	<0.001	<0.001	0.87	0.98	0.02	0.01

3 讨论

高胆红素血症为新生儿期最为常见的疾病之一，胆红素脑病是其危重并发症，可导致新生儿死亡，幸存者部分可遗留神经系统后遗症。目前，随着外周动静脉同步换血术的广泛开展，换血疗法已成为降低严重高胆红素血症患儿病死率及胆红素脑病发生率的有效方法。但对于新生儿群体而言，换血疗法也是一项具有相当危险性的治疗措施；换血可在短时间内有效降低血清胆红素水平，但同时可致机体内环境紊乱^[11-21]。

换血疗法推荐使用新鲜全血，但由于血源紧张，多提倡使用红细胞悬液与血浆的混合血。红细胞储存所用的保养液为枸橼酸-磷酸-葡萄糖-腺嘌呤 (CPDA)，储存时限为 35 d。在临床实践中，储存期内的红细胞被视为有相同功效。而实际上，红细胞会随储存时间延长而逐步发生储存损伤，故长时间储存红细胞可能会对治疗效果产生一定影响。有研究表明^[8]，与 3 d 以内红细胞相比，采用 CPDA 储存 3~7 d 的红细胞进行新生儿换血治疗并不影响治疗效果，且对机体内环境亦未产生显著影响。但使用储存 7 d 以上的红细胞，是否影响换血疗效及机体内环境的稳定尚不明确。故本研究以 7 d 为界，根据换血用红细胞的储存时间

将换血者分为短期储存组与长期储存组，证实存储 7 d 以上的红细胞并不影响新生儿换血治疗的即时疗效，与国内外文献报道基本一致^[9-10]。由于换血疗法的机制在于换出机体抗体、致敏红细胞及血清胆红素，换血疗效主要取决于换血量^[11]，因此，在换血量相当条件下，使用不同存储时间的红细胞疗效相当。但红细胞的形态与功能从储存 7 d 左右开始逐步发生明显变化，容易诱导巨噬细胞吞噬而发生溶血^[12]。Hod 等^[13]的研究亦发现：与输注储存 3~7 d 的红细胞比较，输注储存 40~42 d 的红细胞 4 h 后，平均 TBIL 水平可增加 0.55 mg/dL。据此可知，输注长时间储存红细胞后，发生溶血可能较短期储存组严重，胆红素来源增多，换血后相同光疗下 TBIL 的下降更为缓慢，继续光疗时间亦随之延长。

由于换血量较大、红细胞储存保养液的使用及红细胞储存损伤的多重因素，容易导致换血后机体内环境的改变。WBC 降低、贫血及 PLT 减少为换血后较为常见的血液指标的改变^[10]。鉴于储存期内 RBC 计数及 HGB 相对恒定^[12]，因此红细胞与血浆比例的选择尤为重要。本研究根据患儿是否伴有明显贫血，将红细胞与血浆比例进行适度调整为 2~3:1，因此，两组患者换血后均未出现明显贫血；而换血后两组患者的 WBC 及 PLT 均有

明显下降,与换血所用血浆中WBC及PLT含量甚少密切相关。

众所周知,低血钠、低血钙/高血钙、低血钾/高血钾、低血糖/高血糖、代谢性酸中毒为换血后较为常见的代谢指标异常^[8,11,14-15]。本研究中换血后以低血钠、高血钙、高血钾、高血糖及代谢性酸中毒为常见不良并发症。其中,长期储存组低血钠、高血钾及代谢性酸中毒的程度更为严重,可能与红细胞储存时间延长,红细胞自身代谢增加相关。有研究显示:储存7d的红细胞,其pH值、K⁺浓度及Na⁺浓度分别为7.15±0.05、14.1±1.4 mmol/L、131.2±2.8 mmol/L,而储存35d时的红细胞,其pH值、K⁺浓度及Na⁺浓度进一步达到6.59±0.17、28.1±1.3 mmol/L、110.3±3.5 mmol/L^[12]。因此,存储时间越长,发生pH、K⁺及Na⁺代谢紊乱可能性越高。此外,红细胞保养液CPDA中的枸橼酸盐可与钙结合引起低血钙,故换血术中使用钙剂预防低钙血症已经作为广泛应用的措施^[14,16];但亦有研究认为^[17],症状性的低血钙非常罕见,换血术中使用钙剂有导致心动过缓或心跳骤停的风险,故目前针对换血过程中是否需要常规使用钙剂仍存在一定争议。本研究常规应用钙剂,未发生心动过缓或心跳骤停等。

本研究中,两组病例均在换血后普遍发生高血糖,但两组间发生率比较差异无统计学意义,其原因考虑与保养液CPDA中的高浓度葡萄糖及换血时机体的应激状态有关^[9,14]。有研究发现高血糖发生后,可刺激胰岛素的分泌进而导致继发性低血糖的发生^[18]。本研究中换血后均常规检测血糖,未发现大面积低血糖的发生。

综上,本研究显示,使用储存时间>7d的红细胞并未影响高胆红素血症患者换血治疗的即时效果,但换血后继续光疗时间延长,亦增加了低血钠、高血钾及代谢性酸中毒的发生风险。因此,在临床缺乏存储时间较短的血源时,可使用储存时间>7d的红细胞行换血治疗,但换血后需更密切监测TBIL、电解质及血气分析指标。

【参 考 文 献】

[1] Yu C, Li H, Zhang Q, et al. Report about term infants with

severe undergoing exchange transfusion in Southwestern China during an 11-year period, from 2001 to 2011[J]. PLoS One, 2017, 12(6): e0179550.

[2] Murki S, Kumar P. Blood exchange transfusion for infants with severe neonatal hyperbilirubinemia[J]. Semin Perinatol, 2011, 35(3): 175-184.

[3] Zimrin AB, Hess JR. Current issues relating to the transfusion of stored red blood cells[J]. Vox Sang, 2009, 96(2): 93-103.

[4] Fergusson DA, Hébert P, Hogan DL, et al. Effect of fresh red blood cell transfusions on clinical outcomes in premature, very low-birth-weight infants: the ARIPI randomized trial[J]. JAMA, 2012, 308(14): 1443-1451.

[5] Bhutani VK, Johnson L, Sivieri EM. Predictive ability of a predischARGE hour-specific serum bilirubin for subsequent significant hyperbilirubinemia in healthy term and near-term newborns[J]. Pediatrics, 1999, 103(1): 6-14.

[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.

[7] Patra K, Storfer-Isser A, Siner B, et al. Adverse events associated with neonatal exchange transfusion in the 1990s[J]. J Pediatr, 2004, 144(5): 626-631.

[8] 张爱民, 李芳. 超3天保存血换血治疗新生儿高胆红素血症对内环境的影响[J]. 广东医学, 2003, 24(8): 857-858.

[9] 王晓娇, 王亚娟, 邵芳. 新生儿黄疸换血疗法对新生儿内环境的影响[J]. 首都医科大学学报, 2016, 37(2): 136-140.

[10] Esfandiarpour B, Ebrahimi H, Karkan MF, et al. Neonatal exchange transfusion for hyperbilirubinemia in Guilan (the north province of Iran): a 3-year experience[J]. Turk J Pediatr, 2012, 54(6): 626-631.

[11] 杨丽莎, 郑显兰, 何华云, 等. 单双倍血量换血治疗新生儿高胆红素血症的效果研究[J]. 重庆医学, 2017, 46(19): 2618-2623.

[12] Nogueira D, Rocha S, Abreu E, et al. Biochemical and cellular changes in leukocyte-depleted red blood cells stored for transfusion[J]. Transfus Med Hemother, 2015, 42(1): 46-51.

[13] Hod EA, Brittenham GM, Billote GB, et al. Transfusion of human volunteers with older, stored red blood cells produces extravascular hemolysis and circulating non-transferrin-bound iron[J]. Blood, 2011, 118(25): 6675-6682.

[14] 李清平, 董文斌, 翟雪松, 等. 换血对新生儿血糖及酸碱平衡的影响[J]. 临床儿科杂志, 2012, 30(12): 1168-1171.

[15] Murki S, Kumar P. Blood exchange transfusion for infants with severe neonatal hyperbilirubinemia[J]. Semin Perinatol, 2011, 35(3): 175-184.

[16] 杨栗茗, 苏绍玉, 胡艳玲, 等. 外周动静脉同步换血疗法治疗新生儿重度高胆红素血症常规补钙的必要性[J]. 中华妇幼临床医学杂志, 2017, 13(6): 692-696.

[17] Locham KK, Kaur K, Tandon R, et al. Exchange blood transfusion in neonatal hyperbilirubinemia-role of calcium[J]. Indian Pediatr, 2002, 39(7): 657-659.

[18] 邵肖梅, 叶鸿瑁, 丘小汕. 实用新生儿学[M]. 第4版. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 303-304.

(本文编辑: 万静)