

• 论 著 •

TEG 指导新生儿凝血功能障碍诊治过程中的临床研究*

罗 敏, 宗 莹, 吴李萍, 王利民

(成都市第一人民医院检验科, 四川成都 610041)

摘要:目的 探讨血栓弹力图(TEG)在指导新生儿凝血功能障碍诊治过程中的临床应用价值,为指导临床更合理地运用血浆制品提供理论依据。**方法** 选取 2018 年 1—12 月在该院新生儿科住院的凝血功能障碍患儿 115 例为研究对象,均达到临床干预标准,随机分为研究组(TEG 指导输血)和对照组(常规凝血检测指导输血)。对研究组 TEG 参数与凝血常规检测指标进行 Pearson 相关性分析,并对两组临床申请血浆制品成分、输注量以及临床疗效进行比较。**结果** 研究组 TEG 参数 R 与凝血酶原时间(PT)、活化部分凝血酶时间(APTT)呈显著正相关关系;K 与纤维蛋白原(FIB)和血小板计数(PLT)呈负相关关系; α 角与 FIB 和 PLT 呈显著正相关关系;MA 与 FIB 和 PLT 呈显著正相关关系。研究组冰冻血浆使用量明显比对照组降低,差异有统计学意义($P < 0.05$),血小板使用量变化不大。研究组患儿的肝素使用天数和住院天数均减少,差异有统计学意义($P < 0.05$),但治愈率与对照组比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** TEG 参数与常规凝血指标显著相关,两者结合能更准确地评估患儿的凝血功能;TEG 在指导新生儿凝血功能障碍的诊治过程中具有指导意义。

关键词: 新生儿; 凝血功能障碍; 血栓弹力图

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2020.11.019

中图法分类号: R446

文章编号: 1673-4130(2020)11-1362-05

文献标识码: A

Clinical study of thromboelastography in the diagnosis and treatment of neonatal coagulation dysfunction*

LUO Min, ZONG Ying, WU Liping, WANG Limin

(Department of Clinical Laboratory, Chengdu First people's Hospital, Chengdu, Sichuan 610041, China)

Abstract: Objective To explore the clinical application value of thromboelastography (TEG) in guiding the diagnosis and treatment of neonatal coagulation dysfunction, and to provide theoretical basis for guiding the clinical use of plasma products more rationally. **Methods** From January 2018 to December 2018, 115 children with coagulation dysfunction were randomly divided into study group (TEG guided blood transfusion) and control group (routine coagulation test guided blood transfusion). Pearson correlation analysis was carried out between TEG parameters and coagulation routine test indexes in the study group, and the components of plasma products, infusion volume and clinical efficacy of the two groups were compared. **Results** In the study group, TEG parameter R positively correlated with prothrombin time (PT) and activated partial thrombin time (APTT). K negatively correlated with fibrinogen (FIB) and platelet (PLT); angle positively correlated with FIB and PLT. Ma positively correlated with FIB and PLT. The use of frozen plasma in the study group was significantly lower than that in the control group ($P < 0.05$). The days of heparin use and the days of hospitalization in the study group decreased, the difference was statistically significant ($P < 0.05$), but there was no difference on the cure rate between the study group and the control group ($P > 0.05$). **Conclusion** TEG parameters significantly related to conventional coagulation indicators. The combination of the two can more accurately assess the coagulation function of children. TEG has guiding significance in guiding the diagnosis and treatment of coagulation dysfunction in newborns.

Key words: newborn; coagulopathy; thromboelastography

凝血功能障碍是指凝血因子缺乏或功能异常所致的出血性疾病^[1]。在新生儿救治过程中凝血功能

* 基金项目:四川省卫生和计划生育委员会科研课题(18PJ125)。

作者简介:罗敏,女,主管技师,主要从事输血与检验方面的研究。

本文引用格式:罗敏,宗莹,吴李萍,等. TEG 指导新生儿凝血功能障碍诊治过程中的临床研究[J]. 国际检验医学杂志, 2020, 41(11):

异常相对比较常见,早期若不重视,有可能进一步发展成弥散性血管内凝血(DIC),使病死率显著增加^[2]。因此,早期准确判断新生儿凝血功能具有重要的意义,早期发现和积极进行临床干预既能防止出血事件及DIC的发生,又能减少患儿后遗症的出现。血栓弹力图(TEG)是用来检测血液全凝血功能的一种方法。目前缺乏 TEG 对新生儿凝血功能障碍早期监测及其临床干预疗效方面的系统性研究。为此,本研究选取了 2018 年 1—12 月入住本院新生儿科有凝血功能障碍的患儿,探讨 TEG 在指导新生儿凝血功能障碍诊治过程中的临床应用价值,为指导临床更合理地运用血浆制品提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2018 年 1—12 月于本院新生儿科住院的有凝血功能障碍的患儿 115 例为研究对象,均达到临床治疗干预标准,临床资料相对完整。将凝血功能障碍并接受临床干预治疗的新生儿随机分为研究组 57 例(同时接受 TEG 监测和凝血常规检测)和对照组 58 例(只接受凝血常规检测)。两组根据是否依赖 TEG 指导进行两种不同的输血策略。新生儿家属皆对本次研究知情,并签署知情同意书。本研究经医院伦理委员会审批。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 (1) 出生胎龄 ≥ 28 周,日龄 1 d 内患儿,检测前未进行可影响凝血功能指标的治疗,如输注血液制品;未进行肝素等治疗。(2) 住院期间病历资料完整。

1.2.2 排除标准 (1) 出生胎龄 < 28 周;(2) 新生儿的母亲产前和产时使用过对凝血功能有影响的药物;(3) 新生儿的母亲在晚期妊娠中有感染性疾病病史或母亲有血液疾病、自身免疫性疾病等。

1.3 检测方法 住院新生儿入院 24 h 内采集静脉血 2.5 mL,其中 0.5 mL 用于血常规检测。2.0 mL 全血用于 TEG 检测(CFMS LEPU-8800,北京乐普,用公司提供的配套试剂及 TEG 检测杯),检测完 TEG 剩余标本离心后用于凝血常规检测(CS-5100 全自动凝血分析仪,日本 SYSMEX)。

1.4 治疗方案 两组新生儿患者均给予病因、抗凝及相关对症支持治疗,血红蛋白(Hb) < 130.0 g/L 且合并有活动性出血时,输注红细胞悬液,当 Hb > 130.0 g/L 时停止。研究组采用 TEG 指导输注血浆制品(根据李海燕^[3]主编的《心血管介入标准化护理管理手册》中治疗参考建议),符合以下条件时输注对应的血浆制品:(1) K > 3.4 min 或 α 角 $< 45^\circ$ 时输注冷沉淀,当 K < 3.4 min 或 α 角 $> 45^\circ$ 时停止;(2) R < 3 min 时,肝素抗凝治疗;(3) R > 11 min 时,根据患儿的

体质量输注 15.0 mL/kg 新鲜冰冻血浆;(4) LY30 $\geq 7.5\%$, CI < 1.0 时,进行抗纤溶治疗;(5) MA < 40 mm 时,考虑输注血小板。对照组采用凝血指标指导血制品输注(根据第 8 版《诸福棠实用儿科学》标准^[4]),符合以下条件时输注对应血制品:(1) 血小板计数(PLT) $< 50 \times 10^9$ /L 时,输注血小板,当 PLT $> 50 \times 10^9$ /L 时停止;(2) 部分活化凝血酶时间(APTT) > 70 s 或凝血酶原时间(PT) > 23 s 时(孕周 28~31 周);APTT > 60 s 或 PT > 17 s 时(孕周 32 周至足月),根据患儿的体质量输注新鲜冰冻血浆 15.0 mL/kg,当上述指标恢复正常后停止;(4) 纤维蛋白原(FIB) < 0.8 g/L 时,输注冷沉淀,当 FIB > 0.8 g/L 时停止。根据治疗情况适时复查 TEG 和凝血指标,连续治疗至痊愈出院。

1.5 观察指标 研究组新生儿的 TEG 各项参数与常规凝血功能指标进行相关性分析。统计比较两组新生儿住院期间血浆制品输注量,包括血浆、冷沉淀、血小板。统计两组新生儿的肝素使用率、临床症状改善率、DIC 发生率(根据第七届全国血栓与止血学术会议制定的 DIC 诊断标准^[5])、住院天数和病死率。

1.6 统计学处理 采用 SPSS22.0 统计软件处理数据。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料采用 χ^2 检验,以百分率(%)表示;TEG 各参数与常规凝血指标进行 Pearson 相关性分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 研究组与对照组患儿基本情况对比 纳入统计的两组新生儿的一般资料、原发病及入院时凝血功能情况等比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

表 1 研究组与对照组患儿基本情况比较($\bar{x} \pm s$)

项目	研究组($n=57$)	对照组($n=58$)	<i>P</i>
性别(男/女)	34/23	37/21	0.481
分娩方式(自娩/剖宫产)	20/37	24/34	0.393
出生体质量(g)	1 984.00 \pm 695.00	2 015.00 \pm 712.00	0.385
胎龄(周)	35.74 \pm 3.68	36.03 \pm 4.19	0.527
Hb(g/L)	152.15 \pm 37.15	149.94 \pm 45.28	0.273
原发病			0.243
新生儿呼吸窘迫综合征(<i>n</i>)	9	10	
胎粪吸入综合征(<i>n</i>)	11	8	
新生儿肺炎(<i>n</i>)	15	17	
新生儿缺氧缺血性脑病(<i>n</i>)	3	4	
脓毒症(<i>n</i>)	5	7	
硬肿症(<i>n</i>)	2	3	

续表 1 研究组与对照组患儿基本情况比较($\bar{x} \pm s$)

项目	研究组(n=57)	对照组(n=58)	P
轻度新生儿溶血病(n)	10	8	
其他凝血障碍疾病(n)	2	1	
PT(s)	18.20±2.90	17.90±3.20	0.132
APPT(s)	60.10±19.20	61.90±17.20	0.384
FIB(g/L)	1.15±0.70	1.17±0.50	0.376
PLT($\times 10^9/L$)	218.00±93.00	225.00±82.00	0.405

表 2 TEG 参数与凝血常规检测指标的相关性

项目	PT (s)		APTT (s)		FIB (g/L)		PLT ($10^9/L$)	
	r	P	r	P	r	P	r	P
R(min)	0.327	<0.001	0.437	<0.001	-0.172	0.320	-0.018	0.470
K(min)	0.251	0.120	0.170	0.231	-0.377	0.013	-0.287	0.038
a 角(°)	-0.325	0.024	-0.334	0.013	0.490	<0.001	0.457	<0.001
MA(mm)	-0.148	0.485	-0.193	0.284	0.579	<0.001	0.662	<0.001

2.3 两组不同血浆制品申请人次及输注量比较 研究组中,临床医生根据 TEG 检测结果结合临床症状申请冰冻血浆输注患儿 32 例,冷沉淀输注 10 例,血小板输注 6 例,同时给予冰冻血浆和血小板输注 3 例,提示需进行抗凝治疗 4 例,抗纤溶治疗 1 例;对照组中临床医生根据常规凝血结果结合患儿病情申请冰冻血浆输注 45 例,冷沉淀输注 6 例,血小板输注 4 例,同时给予冰冻血浆和血小板输注 3 例。临床医生根据治疗情况随时复查 TEG 和凝血指标,连续治疗至痊愈出院,结果显示研究组中冰冻血浆使用量明显比对照组降低,但冷沉淀使用量增加,差异均有统计学意义($P < 0.01$),见表 3。

2.2 研究组 TEG 参数与凝血常规检测指标的相关性分析 Pearson 相关性分析显示参数 R 与 PT、APTT 呈显著正相关关系,相关系数(r)为 0.327、0.437, $P < 0.001$ 。K 与 FIB 和 PLT 呈负相关关系, r 为 -0.377、-0.287, $P < 0.05$ 。α 角与 FIB 和 PLT 呈显著正相关关系, r 值为 0.490、0.457, $P < 0.001$ 。MA 与 FIB 和 PLT 呈显著正相关关系, r 为 0.579、0.662, $P < 0.001$ 。见表 2。

2.4 两组肝素使用情况及临床疗效的比较 两组新生儿患者均给予病因、抗凝及相关对症支持治疗,但肝素抗凝治疗在何时、何种情况给予以及给予时间的长短对病情的发展非常重要,研究组根据 TEG 各个参数及临床情况综合判断,对照组根据凝血常规检测判断(多依据临床医生经验判断),对两组患儿在肝素使用率和使用天数、DIC 发生率、患儿治愈率、住院时间和病死率进行统计分析,结果见表 4。

表 3 研究组与对照组不同血浆制品输注量比较($\bar{x} \pm s$)

血浆制品	研究组(n=57)	对照组(n=58)	t	P
冰冻血浆(mL)	25.70±4.65	34.17±6.52	5.267	<0.01
冷沉淀(U)	0.25±0.04	0.16±0.03	4.494	<0.01
血小板(U)	0.23±0.05	0.19±0.07	1.028	0.289

表 4 研究组与对照组临床干预后情况比较

指标	肝素使用率[n(%)]	肝素使用天数(d)	DIC 发生率[n(%)]	患儿治愈率[n(%)]	住院时间(d)	病死率[n(%)]
研究组(n=57)	15(26.00)	3.14±1.28	11(19.00)	54(94.70)	10.31±2.82	3(5.26)
对照组(n=58)	14(24.00)	3.98±1.44	13(22.00)	54(93.10)	11.75±3.46	4(6.90)
P	0.478	0.006	0.428	0.510	0.038	0.510

3 讨论

人类的凝血系统受年龄的影响呈动态平衡,在新生儿期,凝血系统处于一个趋向完善、不断成熟的发展阶段,任何一个环节或系统的异常都可引起新生儿凝血功能障碍。研究显示,新生儿尤其早产儿凝血系统与成年人在很多方面不同,主要表现为各种凝血促凝因子及凝血抑制物的同时降低,故新生儿表现为较低水平上的凝血系统的平衡^[6]。母亲体内的凝血因子不能通过胎盘,所以胎儿的凝血因子需依赖自身肝脏合成,如果母体本身存在疾病,或新生儿存在基础疾病或发生分娩期并发症等都会影响新生儿凝血功能^[7]。

新生儿早期凝血功能障碍如果不重视,极易引起 DIC,导致病死率显著增加。新生儿凝血功能障碍及 DIC 的治疗首先是原发病的治疗,其次是及时合理的应用肝素,同时补充相应的血液制品。而补充治疗需要针对性地输注成分血,而非是盲目性输注,因为出血的可能原因之一就是不当的输血。新生儿是有别于成人的一类特殊人群,其体质量轻、免疫系统发育不全、循环血容量低,故对血液制品的规格和种类要求更高。TEG 从 20 世纪 80 年代开始应用于评估术中凝血状态及指导输血,取得了良好效果^[8]。世界上很多先进国家把 TEG 作为血制品管理的重要工具,是当今围术期监

测凝血功能最重要的手段之一。相关研究表明正确应用 TEG 可节约 20%~50% 的血制品使用量,正引起输血科越来越多的重视^[9]。相比传统的凝血功能检测,TEG 是一种动态监测凝血变化、血小板聚集、纤溶的过程,检测方法简单、快速,且可在床边进行,检测结果可同步呈现给临床医生和检验技术人员,可准确判断凝血功能哪个环节出现问题,针对不同情况选择不同的成分血输注。

本研究结果显示,TEG 参数 R 与 PT、APTT 呈显著正相关关系。K 与 FIB 和 PLT 计数呈负相关关系。 α 角与 FIB 和 PLT 计数呈显著正相关关系。MA 与 FIB 和 PLT 计数呈显著正相关关系。可见 R 值能综合反映凝血因子的活性,对凝血功能的评估更全面。常规凝血检测项目 FIB 和 PLT 检测的只是纤维蛋白、血小板数量,而 TEG 参数的 K、 α 角、MA 值更多的是从纤维蛋白和血小板的功能上进行评价,对临床的指导意义更大。TEG 参数与常规的凝血功能检测结果存在较大程度的相关性,与侯涛等^[10]研究一致,临床医生可以结合两个检测手段,更准确地评估患儿的凝血系统。吕自兰等^[11]研究发现在肿瘤患者中 R 与 PT 无明显相关性,其原因可能是肿瘤患者病情较复杂,化疗药物及肿瘤细胞自身分泌的促凝物质对凝血系统造成的影响。从这一方面也可以看出,TEG 在检测不同人群造成的凝血功能异常时各参数与传统凝血功能检测指标的相关程度是不一样的,想让 TEG 更好地服务于新生儿科,迫切需要建立符合新生儿人群特点的 TEG 正常参考范围。

有关研究显示血浆制品的不合理输注可达 50%,不合理输注现象比较严重,一方面导致血浆制品的浪费,另一方面使患者遭遇不可预测的不良反应,如过敏反应、溶血反应、容量超负荷等^[12]。傅云峰等^[13]研究显示 TEG 在指导住院重症患者临床用血过程中可以明显降低用水量,且成分用血具有明显差异,患者预后转归均良好。国外研究主要用于创伤性患者或围术期患者,MOHAMED 等^[14]认为常规凝血试验不能准确地反映创伤性患者凝血系统的复杂性,通过 TEG 监测可以明显降低红细胞悬液及血浆输注量,血小板利用率稍增加,同时缩短住院时间节约成本。多项研究表明以 TEG 作为输血指南,在常规手术(尤其是大手术)的围术期输血中,悬浮红细胞、血浆、FIB、血小板的使用量均明显减少,术后再出血的发生率及再次手术概率也得到显著降低^[15-16],因此值得在临床进行推广。

本研究发现依赖 TEG 指导临床用血的研究组中冰冻血浆使用量明显低于对照组,冷沉淀使用量增加,血小板使用量变化不大。新生儿输血与成年人不

同,因其循环血容量低,需对单次输注量严格把控,在能准确判断患儿凝血情况下,输注小单位的冷沉淀效果更好。研究组和对照组在临床申请血浆制品例数方面存在差异,但两组患儿预后并无太大的差异,只是研究组中患儿的肝素使用天数和住院天数均减少。可能的原因为 TEG 监测患儿凝血功能障碍可以更好地发现患儿早期的凝血异常,尤其是 DIC 的早期,如果能及时地利用肝素抗凝,则只需要少量的抑制物就可以阻止凝血系统的启动,从而减少血浆制品的使用、降低住院成本,并最终降低患儿病死率。

4 结 论

新生儿凝血系统有别于成年人,但是,健康新生儿并没有异常的出血或血栓形成表现,所以常规的凝血功能检查对于评估新生儿出血或血栓形成风险存在一定的限制。TEG 作为一种实时监测凝血功能的方法,可以让临床医师更快地获得凝血试验的结果,治疗可以有目的的针对凝血过程中不同阶段的异常做及时的处理。目前,国内外大部分来源于新生儿的相关研究都较为散在,新生儿群体特殊性导致其数据的收集和临床试验的设计存在巨大的挑战。因此本文需要更多、更深入细致,多中心,前瞻性随机对照研究来充分认识新生儿与成年人凝血系统的差异及相应治疗方法,为临床提供更多有价值的参考数据。

参考文献

- [1] SAXONHOUSE M A, MANCO-JOHNSON M J. The Evaluation and Management of Neonatal Coagulation Disorders[J]. Semin Perinatol, 2009, 33(1): 52-65.
- [2] IVANOV D, NICOLAI S, YIRI P, et al. The specific characteristics of DIC syndrome vary with different clinical settings in the newborn[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2014, 27(11): 1088-1092.
- [3] 李海燕. 心血管介入标准化护理管理手册[M]. 北京: 科学出版社, 2016: 369.
- [4] 江载芳. 诸福棠实用儿科学[M]. 8 版. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 1961.
- [5] 第七届全国血栓与止血学术会议制定的几项诊断参考标准[J]. 中华血液学杂志, 2000, 21(3): 165.
- [6] MUNTEAN W. Fresh frozen plasma in the pediatric age group and in congenital coagulation factor deficiency[J]. Thrombosis Research, 2002, 107(1): 29-32.
- [7] REVELVILK S. The conundrum of neonatal coagulopathy[J]. Hematology Am Soc Hematol Educ Program, 2012, 2012(2): 450-454.
- [8] LUDDINGTON R J. Thrombelastography/thromboelastometry[J]. Clin Lab Haematol, 2010, 27(2): 81-90.
- [9] WANG S C, SHIEH J F, CHANG K Y. (下转第 1370 页)

AST、LDH、GGT、CK、ALP、CHE、TCO₂、TP、ALB、GLO、TBIL、IBIL、HDL、PA 和 β₂-MG, 对其余 22 项生化指标无影响。

3 讨论

气溶胶传播是指飞沫(大小为 0.001~100.000 μm)悬浮在空气中,吸入后造成的传播。新冠肺炎患者的血液标本暴露在空气里可能形成气溶胶。因此,气溶胶传播可能成为检验科感染新冠病毒的最大风险因素。

56℃加热 30 min 可有效灭活新型冠状病毒。本研究涵盖检验科大部分生化检测项目,采用相同热灭活方式处理标本,证实血清灭活对 22 项生化指标无影响,对 ALT、GGT、CK、ALP、CHE、TCO₂ 等 16 项生化指标有影响,与国内外的研究报道基本一致^[4-7]。酶类项目灭活后的检测值显著低于灭活前,这是因为 56℃加热 30 min 处理影响了酶的活性;TCO₂ 受灭活影响显著是因为加热使得血清中的二氧化碳丢失所致,另外 TCO₂ 也易受标本采集后到上机检测的时间长短的影响;其他受影响的项目可能是由于加热引起被检物变性所致。对于受影响的项目,建议参照该项目的平均偏差,对结果进行校正,以便减少偏差。

4 结论

血清标本 56℃加热 30 min 处理对 22 项生化指标无影响,16 项指标受到影响。受灭活影响的指标,在临床应用前,应进行必要的校正,以减小偏差。该方法简单易行、无需昂贵的设备,是防止新型冠状病毒气溶胶感染风险的有效措施。本文存在的不足之处是标本量较少,且入组标本检测值过于集中,因此

结论仅供参考,建议有条件的实验室收集更多标本评估加热灭活对实验室检测指标的影响,以制订合适的标本处理方式,降低实验室人员医源性感染的风险。

参考文献

- [1] ZHOU P, YANG X, WANG X, et al. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin[J]. *Nature*, 2020, 579(7798): 270-273.
 - [2] NANSHAN C, MIN Z, XUAN D, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study [J]. *Lancet*, 2020, 395(10223): 507-513.
 - [3] 田怀玉. 2019-nCoV: 来自冠状病毒的新挑战[J]. *中华预防医学杂志*, 2020, 54: E001-E001.
 - [4] 贾俊平. 统计学-基于 R[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2014: 183.
 - [5] 李晓东, 廖昊, 刘妍, 等. 60℃加热 1 小时灭活病毒方法对常规临床检测指标的影响研究[J]. *传染病信息*, 2016 (3): 160-163.
 - [6] CHONG Y K, NG W Y, CHEN S P, et al. Effects of a plasma heating procedure for inactivating Ebola virus on common chemical pathology tests[J]. *Hong Kong Med J*, 2015, 21(3): 201-207.
 - [7] MITCHELL S W, MCCORMICK J B. Physicochemical inactivation of Lassa, Ebola, and Marburg viruses and effect on clinical laboratory analyses[J]. *J Clin Microbiol*, 1984, 20(3): 486-489.
- (收稿日期: 2020-02-29 修回日期: 2020-05-20)
-
- (上接第 1365 页)
- et al. Thromboelastography-guided transfusion decreases intraoperative blood transfusion during orthotopic liver transplantation: randomized clinical trial[J]. *Transplant Proc*, 2010, 42(7): 2590-2593.
- [10] 侯涛, 赵广超, 邵小宝, 等. 血栓弹力图与常规凝血试验指导临床输血的对比[J]. *临床检验杂志*, 2016, 34(10): 739-741.
 - [11] 吕自兰, 王宾琳, 郭变琴, 等. 乳腺癌患者血栓弹力图与常规凝血指标的相关性分析[J]. *国际检验医学杂志*, 2019, 40(2): 218-221.
 - [12] EMEKTAR E, DAGAR S, CORBACIOGLU S K, et al. The evaluation of the audit of Fresh-Frozen Plasma (FFP) usage in emergency department[J]. *Turk J Emerg Med*, 2016, 16(4): 137-140.
 - [13] 傅云峰, 赵国胜, 高萌, 等. 血栓弹力图在住院重症患者临床合理用血中的应用[J]. *中华危重病急救医学*, 2016, 28(5): 396-400.
 - [14] MOHAMED M, MAJESKE K, SACHWANI G R, et al. The impact of early thromboelastography directed therapy in trauma resuscitation[J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2017, 25(1): 99.
 - [15] HAIYAN S, BO S, JUN L, et al. Application value of thromboelastography in perioperative clinical blood transfusion and its effect on the outcome of patient[J]. *Exp Ther Med*, 2019, 17(5): 3483-3488.
 - [16] ROBERTA E R, KEVIN F, REBEKAH L, et al. Thromboelastography-Directed Transfusion in Cardiac Surgery: Impact on Postoperative Outcomes [J]. *Ann Thorac Surg*, 2019, 107(5): 1313-1318.
- (收稿日期: 2019-11-12 修回日期: 2020-03-10)