

# 血栓弹力图(TEG)指导临床血液输注的应用现状

罗敏, 吴李萍, 卿克勤(成都市第一人民医院检验科, 成都 610041)

**摘要:**目的 目前临床用血比较紧缺,如何科学合理地用血,让真正需要用血的患者能够及时、准确用血是许多医院需要解决的难题。科学指导成分输血,优化输血方案既可保障输血安全、有效,也可缓解供血压力。目前血栓弹力图(thromboelastogram, TEG)可对凝血全过程进行全面评估,为指导成分输血,节约有限的血液资源提供了新的途径。现就 TEG 在指导临床合理用血的应用现状做一综述,为临床制定输血方案提供理论依据。

**关键词:**血栓弹力图;血液输注;合理用血

中图分类号:R457.1 文献标志码:A 文章编号:1671-7414(2020)01-157-04

doi:10.3969/j.issn.1671-7414.2020.01.042

## Current Application of Thromboelastography (TEG) in Guiding Clinical Blood Transfusion

LUO Min, WU Li-ping, QING Ke-qin

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

**Abstract:** Clinical blood use is relatively scarce at present. How to use blood scientifically and reasonably and let the patients who really need blood be able to use it in time and accurately. It is a difficult problem that many hospitals need to solve. Scientific guidance of component transfusion and optimization of transfusion scheme can not only guarantee the safety and effectiveness of transfusion, but also relieve the pressure of blood supply. At present, Thromboelastography (TEG) can comprehensive assessment of the whole process of coagulation, providing a new way to guide component blood transfusion and save limited blood resources. This article reviews the application status of TEG in guiding clinical rational blood use, and provides theoretical basis for clinical blood transfusion program.

**Keywords:** thromboelastogram (TEG); blood transfusion; rational use of blood

输血是现代医学非常重要的一种临床辅助治疗手段,在创伤、外科手术、分娩等急性失血的抢救,战伤、大面积烧伤、放射线损伤的抢救,各种严重血液疾病、肿瘤的支持治疗,以及新生儿溶血病的换血疗法等都要进行输血。因此,输血是临床医疗工作中的重要组成部分。目前临床用血比较紧缺,呈现出季节性和结构性供应不足,造成“血荒”<sup>[1]</sup>。因此,如何科学、合理地用血,节约用血,让真正需要用血的患者能够及时、准确用血是许多医院需要解决的难题。大部分科室在大量输血过程中存在问题,表现为:各成分的合理搭配使用比例不当;冷沉淀和小板使用不及时、使用量不够;“搭配血”中血浆和冷沉淀适应征合理性输注比率低;存在经验性、习惯性用血;围术期术前贫血及凝血功能异常未得到及时的纠正;用血浆补充血容量等。随着临床供血量及增长速度逐年增长,成分输血理念深入临床,科学、合理用血既可保障输血安全、有效,也可缓解供血压力<sup>[2]</sup>。血栓弹力图(thromboelastogram, TEG)目前已

广泛应用于创伤、手术、重症患者的输血指导<sup>[3]</sup>。TEG可对凝血全过程进行全面评估,TEG为指导成分输血,节约有限的血液资源提供了新的途径。为给临床制定合理输血方案提供理论依据,现就 TEG 在指导临床合理用血的应用现状做一综述。

### 1 TEG 简介

血栓弹力图(thromboelastogram, TEG)是血栓弹力仪描绘出的特殊图形,血栓弹力仪于1948年由德国人 Harter 发明,是一种动态监测凝血全貌,整体评价凝血功能和纤溶过程的分析仪。从八十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<sup>[4]</sup>。世界上很多先进国家把 TEG 作为血制品管理的重要工具,是当今围手术期监测凝血功能最重要的指标之一,相关研究表明可节约 20% ~ 50% 的血制品使用量,被越来越多的输血科重视<sup>[5]</sup>。TEG 采用微量全血,体外实验模拟体内凝血状态。承载血样的测试杯以 4°45' 的角度每 9 秒一周旋转,模拟血液在体内流动,并由计算机绘制血凝速度和强度

**基金项目:**四川省卫生和计划生育委员会科研课题,编号(18PJ125)。

**作者简介:**罗敏(1985-),女,博士,主管技师,主要从事输血与检验工作,E-mail:326500084@qq.com。

曲线,便形成我们现在看到的 TEG 曲线(图 1)。目前血栓弹力图实验种类主要分为四种:普通检测、快速 TEG 检测、肝素酶对比检测以及血小板图检测。其用途主要包括:判断检测者凝血全貌和状态;指导

血液制品输注;评估血栓发生几率从而预防血栓的发生;判断抗凝或促凝药物的作用;区别原发性还是继发性纤溶亢进;监测肝素疗效;评估抗血小板药物疗效。TEG 主要技术参数及临床意义见表 1。

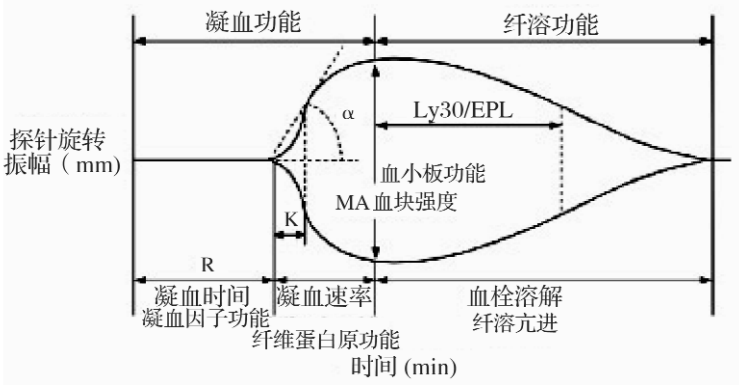


图 1 TEG 曲线

表 1 TEG 主要技术参数及临床意义

类别	参数含义	临床意义
R	即血样开始检测到初始血凝块形成所需的时间	主要受凝血因子和抗凝剂影响
K	即从血凝块形成至血凝块达到一定程度所需时间 (MA 振幅 20mm)	主要受纤维蛋白原功能及其水平的影响
α 角	是纤维蛋白凝块形成及加固的速率	K 和 α 角反映纤维蛋白原水平和部分血小板功能,但 α 角比 K 值更加直观
MA	是反映血凝块最大强度或硬度	主要取决于血小板数量和功能状态,
CI	即以其他参数 (R,K,α 角和 MA 值) 为基础来描述总体凝血状态	CI < -3 为低凝状态, CI > +3 为高凝状态,
Ly30	是 MA 值出现后 30min 时 MA 振幅占的百分比	指示纤溶速度的快慢。用来区分纤溶亢进:原发性纤溶亢进: Ly30 > 7.5% 或 EPL > 15% ,CI < 1
EPL	最终纤溶百分比的预测值	继发性纤溶亢进: Ly30 > 7.5% 或 EPL > 15% ,CI > 3

2 TEG 主要优点及局限性

传统凝血功能检测与临床相关性差,PT,APTT 的检测只反映 4% 凝血酶的产生,显示凝血初级阶段,因此常规检测正常而凝血功能可能异常,APTT 和 PT 对严重产后出血 (PPH) 具有较小的预测意义,PT,APTT 和纤维蛋白原的监测需要在血浆水平进行,而血小板计数只能反映数量不能反映其功能状况,不能及时且准确地反映患者的凝血功能<sup>[6,7]</sup>。相比传统的凝血功能检测,TEG 能动态监测凝血状况、血小板的聚集以及纤溶的整个过程,检测方法简单、快速,还可在床边进行,临床医生及检验员可以第一时间掌握凝血检测结果,提高工作效率,更好地指导临床医生及早制定治疗方案。当然 TEG 同样存在不足,有一定的局限性,而且目前缺乏标准化的操作与评估指南。TEG 是一项体外检测项目,如血管内皮细胞等血管壁相关因素对凝血过程的影响就无法模拟,与患者真实情况仍存在差别,另外低体温环境下 TEG 无法反映患者真实的凝血功能状态等<sup>[8]</sup>。

3 TEG 指导输血治疗方案

TEG 的应用已经写入十二五国家规划教材《诊断学》,在刘景汉等人主编的《临床输血学》一书中也已列出临床建议治疗方案,在李海燕等人主编的《心血管介入标准化护理管理手册》中进一步列出了更加详细的临床分析及治疗参考建议,见表 2。2018 年 9 月 26 日,中华人民共和国国家卫生健康委员会发布了 3 项卫生行业标准,其中 WS/T622-2018《内科输血》一文中明确提出对于成分血输注的指导,该标准宣布从 2019 年 4 月 1 日实施。欧洲严重创伤出血和凝血病管理指南<sup>[9]</sup>推荐使用 TEG 帮助凝血障碍的特征和指导止血治疗,如果患者有大出血,可以根据 TEG 提示的功能性纤维蛋白原缺乏情况选择输注纤维蛋白原或者冷沉淀,节省血制品的使用。2014 年美国麻醉医师协会 (ASA) 围手术期血液管理指南提出对于心脏手术的患者,相比使用标准实验室凝血检查,采用 TEG 可以降低血液制品输注量及输血病人的比例。

表2 临床分析及治疗参考建议

TEG 参数值	临床分析	建议治疗
R < 4min	酶动力型高凝	抗凝血药
11 min < R < 14min	缺乏凝血因子	X2FFP or 8ml/kg
R > 14min	缺乏凝血因子	X4FFP or 16ml/kg
46mm < MA < 54mm	血小板功能不足	0.3μg/kg DDAVP
41mm < MA < 45mm	血小板功能不足	X5U 血小板
MA ≤ 40mm	血小板功能不足	X10U 血小板
MA > 73mm	血小板型高凝	抗血小板治疗
R < 4min, MA > 73mm	酶动力型和血小板型高凝	抗血小板治疗和抗凝血药
α < 45°	纤维蛋白原水平低下	0.06U/kg 冷沉淀
LY30 ≥ 7.5%, CI < 1.0	原发性纤溶亢进	抗纤溶药物
LY30 ≥ 7.5%, CI > 3.0	继发性纤溶亢进	抗凝血药
LY30 < 7.5%, CI > 3.0	血栓前状态	抗凝血药

#### 4 TEG 指导临床血液输注现状

4.1 TEG 在肝脏移植及心脏手术病人输血治疗中的应用 TEG 最早应用于临床肝脏移植及心脏外科等较大的手术患者术中输血指导,此类患者往往凝血功能出现紊乱。TEG 在术中输血的指导具有以下优势:检测快速,尽快掌握患者凝血功能状态,提前纠正凝血功能紊乱,从而减少出血量减少血制品的用量和再探查手术的发生;可以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成分血输注。WIKKELSOE 等<sup>[10]</sup>人在 2011 年对近 10 年的相关领域的文献进行了 Meta 分析,共纳入研究的有 776 例患者(心脏手术 8 个,涉及肝脏移植手术 1 个),研究结果表明术中因为有 TEG 指导,患者的总出血量减少,并且临床输注新鲜冰冻血浆与血小板的比例也显著减少。快速 TEG 相对于普通检测在凝血功能障碍患者尤其是纤溶亢进的诊断被称为具有“黑钻石”之优势<sup>[11]</sup>,能更好预测输血量,从而实现精准治疗,减少不必要的输血和降低再次手术探查率,节省手术患者的用血量和治疗成本。YILDIRIM 等<sup>[12]</sup>人研究发现通过 TEG 指导用血避免了医师在成分输血时经验性的给予红细胞,判断患者是哪个阶段存在凝血异常,从而决定所需血制品成分和数量,最后发现手术中血液制品使用量显著减少,且病人术中死亡率明显下降。

4.2 TEG 在创伤后出血患者输血治疗中的应用 在世界范围内,创伤是导致死亡的第二大原因,其中 40% 的患者是死于无法控制的出血<sup>[13]</sup>。因为以往的常规凝血检查如前所述达不到及时而连续的监测目的,故缺乏理想的输血方案,大量研究证实,TEG 能够准确鉴别凝血状态,能最大程度减少创伤后大出血病人血液制品输注量,还能更有效地改善病人预后并节约血液资源<sup>[14]</sup>。COTTON<sup>[15]</sup>等通过 272 例严

重创伤的患者同时进行快速 TEG 和常规凝血试验及血小板计数,对检测结果进行了相关性分析以及通过快速 TEG 指导临床用血进行了评估。结果显示,5min 内就获得快速 TEG 的早期参数且总的运行时间在 15min 内结束,而常规凝血试验需要 48min 左右。快速 TEG 即可提示患者入院后 1~2 h 内的红细胞、血小板和血浆用量,能够早期诊断凝血障碍,指导有效的输血治疗。JOHANSSON 等<sup>[16]</sup>研究对比了传统输血方案和 TEG 指导输血方案对于大出血患者输血治疗后 30 天和 90 天死亡率的影响,结果显示 TEG 组患者的死亡率明显低于对照组(30 天死亡率 20% vs 31%, 90 天死亡率 22% vs 35%)。TAPIA<sup>[17]</sup>等认为,TEG 能够准确评估患者的纤溶状态,对于创伤患者,纤溶亢进状态的存在与患者病死率的增加相关。

4.3 TEG 在产科围术期输血治疗中的应用 2014 年世界卫生组织(WHO)发布的数据显示,产科出血导致的产妇死亡率约占产妇死亡率的 27.1%<sup>[18]</sup>,为产妇首要死亡原因,其中 40% 的产妇死亡是可以预防的,尤其是出血所致的死亡。国内外研究均提示 TEG 已在产科大出血检测及指导围术期输血治疗中普遍使用,研究还发现妊娠产妇剖宫产术中总预测出血量与 TEG 参数 MA 的百分比呈正相关<sup>[19]</sup>。较常规凝血试验能够更准确地预测产妇弥散性血管内凝血(disseminated intravascular coagulation, DIC)的患病风险,能及时发现 DIC 的早期高凝状态,更有可能逆转 DIC,降低产妇死亡率,在临床上更具诊断价值<sup>[20]</sup>。不过目前仍缺乏统一的共识的产科大量输血方案,而且 TEG 在指导剖宫产术中大量输血的研究方面因水平差异结果一致性较小。另外 TEG 在监测产妇产后体内高凝状态具有优势,因产妇产后一般需卧床休息,增加了产后血栓的形成。研究发现当 TEG 参数 MA 值 ≥ 68mm 时,产妇发生血栓的风险明显增加,此时一定要慎重输血,必要时行抗凝治疗<sup>[21]</sup>。

#### 5 结语

综上所述,TEG 能够快速完整地监测凝血系统的多方面信息,能为临床医生提供精准治疗的方案,避免患者不必要的输血,最大地改善患者的预后,节约患者治疗成本。但临床也不能盲目相信单一检测结果,TEG 检测手段即使再完善也无法避免其缺点,临床医生应结合其他检测手段及患者临床表现综合考虑,科学指导成分输血。

#### 参考文献:

- [1] 张弛,吴晓玲.某院临床用血情况及加强用血管理分析[J].检验医学与临床,2019,16(7):997-999.  
ZHANG Chi, WU Xiaoling. Analysis of clinical blood use and strengthening blood management in a hospital [J]. Laboratory Medicine and Clinic, 2019, 16(7): 997-999.

- [2] 游冉冉, 罗伟峰, 林永桔, 等. 2012-2017 年广州血液中心临床供血现状调查分析[J]. 中国输血杂志, 2018, 31(12): 1393-1395.  
YOU Ranran, LUO Weifeng, LIN Yongju, et al. Investigation and analysis of the clinical blood supply in Guangzhou Blood Center from 2012 to 2017 [J]. Chinese Journal of Blood Transfusion, 2018, 31(12): 1393-1395.
- [3] WILLIAMS B, MCNEIL J, CRABBE A, et al. Practical use of thromboelastometry in the management of perioperative coagulopathy and bleeding [J]. Transfusion Medicine Reviews, 2017, 31(1): 11-25.
- [4] WOZNIAK D, ADAMIK B. Thromboelastography [J]. Anestezjologia Intensywna Terapii, 2011, 43(4): 244-247.
- [5] WANG S C, SHIEH J F, CHANG K Y, et al. Thromboelastography-guided transfusion decreases intraoperative blood transfusion during orthotopic liver transplantation: randomized clinical trial [J]. Transplantation Proceedings, 2010, 42(7): 2590-2593.
- [6] 江利冰, 张茂, 马岳峰. 严重创伤出血和凝血病处理欧洲指南(2013 版) [J]. 中华急诊医学杂志, 2013, 22(8): 836-837.  
JIANG Libing, ZHANG Mao, MA Yuefeng. European guidelines for the management of severe traumatic bleeding and coagulation (2013 edition) [J]. Chinese Journal of Emergency Medicine, 2013, 22(8): 836-837.
- [7] 程晓静, 邢准, 王秋实, 等. 围手术期患者血栓弹力图参数与血小板计数相关性分析 [J]. 现代检验医学杂志, 2018, 33(2): 121-124.  
CHENG Xiaojing, XING Zhun, WANG Qiushi, et al. Investigation of correlation between parameters of thromboelastogram and platelet count in perioperative patients [J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2018, 33(2): 121-124.
- [8] WIKKELSØ A, WETTERSLEV J, MØLLER A M, et al. Thromboelastography (TEG) or rotational thromboelastometry (ROTEM) to monitor haemostatic treatment in bleeding patients: a systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis [J]. Anaesthesia, 2017, 72(4): 519-531.
- [9] 郭永建, 田兆嵩. 《欧洲创伤性严重出血和凝血病管理指南(第4版)》主要推荐意见及其启示 [J]. 中国输血杂志, 2016, 29(4): 444-450.  
GUO Yongjian, TIAN Zhaosong. Guidelines for the management of traumatic severe bleeding and coagulation disease in Europe (4th edition) main recommendations and implications [J]. Chinese Journal of Blood Transfusion, 2016, 29(4): 444-450.
- [10] WIKKELSOE A J, AFSHARI A, WETTERSLEV J, et al. Monitoring patients at risk of massive transfusion with thromboelastography or thromboelastometry: a systematic review [J]. Acta Anaesthesiologica Scandinavica, 2011, 55(10): 1174-1189.
- [11] CHAPMAN M P, MOORE E E, MOORE H B, et al. The "black diamond": rapid thromboelastography identifies lethal hyperfibrinolysis [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2015, 79(6): 925-929.
- [12] YILDIRIM F, TUNCER B, OZBAKKALOGLU A, et al. Thromboelastogram reduces blood use by inspecting coagulation in heart surgery [J]. Asian Cardiovascular & Thoracic Annals, 2016, 24(5): 441-444.
- [13] DRUMHELLER B C, STEIN D M, MOORE L J, et al. Thromboelastography and rotational thromboelastometry for the surgical intensivist: A narrative review. [J]. The Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2019, 86(4): 710-721.
- [14] MOHAMED M, MAJESKE K, SACHWANI G R, et al. The impact of early thromboelastography directed therapy in trauma resuscitation [J]. Scandinavian Journal of Trauma Resuscitation and Emergency Medicine, 2017, 25(1): 99.
- [15] COTTON B A, FAZ G, HATCH Q M, et al. Rapid Thromboelastography delivers real-time results that predict transfusion within 1 hour of admission [J]. Journal of Trauma, 2011, 71(2): 407-414.
- [16] JOHANSSON P I, STENSBALLE J. Effect of haemostatic control resuscitation on mortality in massively bleeding patients: a before and after study [J]. Vox Sanguinis, 2009, 96(2): 111-118.
- [17] TAPIA N M, CHANG A L, NORMAN M A, et al. Hyperfibrinolysis on thromboelastogram (TEG) predicts mortality in massively transfused trauma patients [J]. Journal of the American College of Surgeons, 2012, 215(3): S52.
- [18] SAY L, CHOU D, GEMMILL A, et al. Global causes of maternal death: a WHO systematic analysis [J]. The Lancet Global Health, 2014, 2(6): e323-e333.
- [19] ZHOU Jingyi, Xin Yu, DING Qiulan, et al. Thromboelastography predicts risks of obstetric complication occurrence in (hypo) dysfibrinogenemia patients under non-pregnant state [J]. Clin Exp Pharmacol Physiol, 2016, 43(2): 149-156.
- [20] 易宗平, 陈萍, 高进. 血栓弹力图用于产科围术期出血监测的研究进展 [J]. 检验医学与临床, 2017, 14(20): 3120-3123.  
YI Zongping, CHEN Ping, GAO Jin. Research progress of thrombus elastic diagram in monitoring blood clotting during obstetrics perioperative period [J]. Laboratory Medicine and Clinic, 2017, 14(20): 3120-3123.
- [21] MCCRATH D J, CERBONI E, FRUMENTO R J, et al. Thromboelastography maximum amplitude predicts postoperative thrombotic complications including myocardial infarction [J]. Anesthesia & Analgesia, 2005, 100(6): 1576-1583.

收稿日期: 2019-06-22

修稿日期: 2019-10-13