

## · 论著 ·

## 血栓弹力图在危重症创伤出血临床输血指导及凝血功能检测的应用价值

张琼\* 姚静 张燕飞

郑州市第二人民医院(河南 郑州 450006)

【摘要】目的 探究在临床危重症患者输血以及凝血功能检测用应用血栓弹力图(TEG)的价值。方法 选取2021年1月至2023年1月在本院就诊的危重症创伤出血患者104例,随机分为对照组和观察组,各52例。对照组依据常规凝血指标指导输血,观察组则依据TEG结果来指导输血,比较两组凝血功能指标以及用血量的差异性,并对观察组输血前后TEG相关指标进行记录,分析TEG相关指标与凝血常规指标的关系。结果 输血前,两组的凝血四项和PLT比较无统计学差异( $P>0.05$ );输血后,观察组PT、APTT、TT均低于对照组( $P<0.05$ ),其FIB高于对照组( $P<0.05$ ),两组输血后PLT比较无统计学差异( $P>0.05$ )。输血后,观察组患者的R值、K值均较输血前降低,MA值、Angle角以及CI值均较输血前升高( $P<0.05$ )。观察组冷冻血浆、冷沉淀输注量均较对照组更少( $P<0.05$ ),但两组血小板输注量比较无统计学差异( $P>0.05$ )。R值与APTT呈正相关( $r=0.328$ ,  $P=0.036<0.05$ ),K值与PLT呈负相关( $r=-0.389$ ,  $P=0.001<0.05$ ),Angle角与FIB、PLT均呈正相关( $r=0.328$ ,  $0.475$ ,  $P=0.029$ ,  $0.000<0.05$ ),MA值与FIB、PLT均呈正相关( $r=0.337$ ,  $0.460$ ,  $P=0.016$ ,  $0.000<0.05$ ),CI值与FIB、PLT均呈正相关( $r=0.235$ ,  $0.348$ ,  $P=0.020$ ,  $0.014<0.05$ )。结论 TEG在临床危重症创伤出血患者输血治疗中具有较高的指导价值,且可以发现并改善患者凝血异常情况,TEG相关指标与凝血常规指标具有一定的关联性,在临床中的应用价值较高。

【关键词】血栓弹力图;常规凝血功能检测;危重症创伤;出血;临床输血

【中图分类号】R364.1+3

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2025.1.060

## Application Value of Thrombogram in Clinical Blood Transfusion Guidance and Coagulation Function Detection of Critically Ill Traumatic Hemorrhage Patients

ZHANG Qiong\*, YAO Jing, ZHANG Yan-fei.

Zhengzhou Second Hospital, Zhengzhou 450006, Henan Province, China

**Abstract:** *Objective* To explore the value of thrombogram (TEG) for blood transfusion and coagulation function detection in critically ill patients. *Methods*

A total of 104 patients with critical trauma hemorrhage admitted to our hospital from January 2021 to January 2023 were selected and randomly divided into control group and observation group, with 52 cases in each group. The control group guided blood transfusion according to routine coagulation indexes, and the observation group guided blood transfusion according to TEG results. The differences of coagulation function indexes and blood consumption between the two groups were compared, and TEG related indexes of the observation group were recorded before and after transfusion, and the relationship between TEG related indexes and routine coagulation indexes was analyzed. *Results* Before transfusion, there were no significant differences in the four items of coagulation and PLT between the two groups ( $P>0.05$ ). After blood transfusion, PT, APTT and TT in the observation group were lower than those in the control group ( $P<0.05$ ), while FIB was higher than that in the control group ( $P<0.05$ ). There was no statistical difference in PLT between the two groups after blood transfusion ( $P>0.05$ ). After transfusion, R value and K value of observation group were decreased compared with before transfusion, MA value, Angle and CI value were increased compared with before transfusion ( $P<0.05$ ). The transfusions of frozen plasma and cryoprecipitate in the observation group were lower than those in the control group ( $P<0.05$ ), but there was no statistical difference in platelet transfusion between the two groups ( $P>0.05$ ). R value was positively correlated with APTT ( $r=0.328$ ,  $P=0.036<0.05$ ), K value was negatively correlated with PLT ( $r=-0.389$ ,  $P=0.001<0.05$ ), Angle was positively correlated with FIB and PLT ( $r=0.328$ ,  $0.475$ ,  $P=0.029$ ,  $0.000<0.05$ ), MA was positively correlated with FIB and PLT ( $r=0.337$ ,  $0.460$ ,  $P=0.016$ ,  $0.000<0.05$ ), CI was positively correlated with FIB and PLT ( $r=0.235$ ,  $0.348$ ,  $P=0.020$ ,  $0.014<0.05$ ). *Conclusions* TEG has a high guiding value in the transfusion treatment of critically ill patients with traumatic hemorrhage, and can detect and improve the coagulation abnormalities in patients. The relevant indicators of TEG have a certain correlation with the routine coagulation indicators, so it has a high clinical application value.

**Keywords:** Thrombogram; Routine Coagulation Function Test; Critical Trauma; Bleeding; Clinical Transfusion

机体在遭受外界剧烈能量后短时间内会大量失血,伴有血容量的急剧下降,引发机体的诸多病生变化,若就医不及时,则会出现创伤性休克或者器官功能衰竭等较为危急的并发症,加大其死亡的风险<sup>[1]</sup>。输血治疗是临床中救治创伤患者的最常用急救方法之一<sup>[2]</sup>,对于创伤患者的输血治疗,通常依据血常规以及出血量等情况进行指导输血,但该方法主观判断的差异性较大,极易出现输注过量或者是不足等现象的发生,极大地影响着患者的凝血功能,并造成其预后不良的情况<sup>[3-4]</sup>。另外,尽管传统凝血功能检测可以对患者的凝血情况予以反映,但其是在没有血小板的血浆上进行检测的,或者是对血小板计数开展单独检测,无法对患者输血治疗中出血风险以及血栓形成风险予以真实反映<sup>[5]</sup>。血栓弹力图(TEG)通过模拟人体静脉环境来全面概述凝血过程,目前在临床大出血的治疗以及成分输血中应用的频次较高<sup>[6]</sup>。本研究特探析TEG在危重症创伤出血患者临床输血指导及凝血功能检测

中的应用价值,以期临床危重症创伤出血患者的输血指导及凝血功能检测提供科学参考证据。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取2021年1月至2023年1月在本院就诊的危重症创伤出血患者104例。

纳入标准:具备输血治疗的适应症; $\geq 18$ 岁;均知情同意。排除标准:凝血功能紊乱;入组前使用抗凝剂或入组前1周接受抗凝治疗;合并有严重的血液系统疾患;入院24h死亡。随机分为对照组和观察组,各52例。对照组男32例,女20例,年龄18~68( $52.36 \pm 5.47$ )岁,体重40~82( $52.55 \pm 6.96$ )kg;观察组男34例,女18例,年龄18~68( $52.48 \pm 5.30$ )岁,体重40~81( $52.74 \pm 6.60$ )kg。两组患者的性别、年龄以及体重等资料均衡可比( $P>0.05$ )。本研究已经医院伦委会审批。

【第一作者】张琼,女,主管技师,主要研究方向:分子诊断与凝血功能检测。E-mail: 164877772@qq.com

【通讯作者】张琼

**1.2 检测方法** 常规凝血功能的检测为抽取静脉血液，应用日本SEKSUI CP3001全自动凝血仪检测活化凝血酶时间(APTT)、纤维蛋白原(FIB)、凝血酶原时间(PT)、凝血酶时间(TT)，并使用迈瑞BC-5180血细胞分析仪检测血小板计数(PLT)。应用西芬斯血栓弹力图仪检查凝血反应时间(R值)、最大血凝块强度(MA值)、凝血形成速率(Angle角)、血凝块形成时间(K值)、计算凝血综合指数(CI)。

**1.3 输血治疗** 对照组依据常规凝血功能结果与PLT指导输血，PT、FIB、APTT低于正常值时予以患者新鲜冰冻血浆，FIB<1.5g/L时输注冷沉淀，PLT<50×10<sup>9</sup>/L时输注机采血小板。观察组则依据TEG结果指导输血，患者出血且K值>3min，Angle角<53°时予以冷沉淀，R值>10min时间予以新鲜冰冻血浆，MA值<50mm时予以血小板输注。

**1.4 统计学方法** 使用SPSS 20.0软件分析数据。年龄、体重、凝血功能指标、TEG指标以及临床输血量等计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，行t检验；性别等计数资料以(%)表示，行 $\chi^2$ 检验；凝血功能指标与TEG指标之间的关系行Pearson相关性分析；检验水准为 $\alpha$

=0.05。

**2 结果**

**2.1 输血前后凝血功能、PLT情况比较** 输血前，两组的凝血四项和PLT未见明显差异( $P>0.05$ )；输血后两组PT、APTT、TT以及FIB均较输血前有明显波动( $P<0.05$ )。输血后，观察组PT、APTT、TT均低于对照组( $P<0.05$ )，其FIB高于对照组( $P<0.05$ )。见表1。

**2.2 观察组输血前后TEG指标比较** 输血后，观察组患者的R值、K值均较输血前降低，MA值、Angle角以及CI值均较输血前升高( $P<0.05$ )。见表2。

**2.3 临床输血量比较** 观察组冷冻血浆、冷沉淀输注量均较对照组更少( $P<0.05$ )，但两组血小板输注量比较无统计学差异( $P>0.05$ )。见表3。

**2.4 相关性分析** R值与APTT呈正相关，K值与PLT呈负相关，Angle角、MA值、CI值皆与FIB、PLT均呈正相关( $P<0.05$ )。见表4。

表1 两组患者输血前后凝血功能、PLT情况比较

| 组别        | PT(s)      |                         | APTT(s)    |                         | TT(s)      |                         | FIB(g/L)  |                        | PLT(×10 <sup>9</sup> /L) |                           |
|-----------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|-----------|------------------------|--------------------------|---------------------------|
|           | 输血前        | 输血后                     | 输血前        | 输血后                     | 输血前        | 输血后                     | 输血前       | 输血后                    | 输血前                      | 输血后                       |
| 对照组(n=52) | 17.85±4.23 | 14.12±3.75 <sup>*</sup> | 41.26±8.78 | 35.69±4.33 <sup>*</sup> | 26.11±4.65 | 22.00±4.26 <sup>*</sup> | 1.35±0.50 | 2.53±0.60              | 110.35±68.23             | 119.36±58.20              |
| 观察组(n=52) | 18.00±4.00 | 11.20±3.15 <sup>*</sup> | 41.50±8.64 | 33.81±4.20 <sup>*</sup> | 25.99±4.96 | 19.26±4.20 <sup>*</sup> | 1.39±0.45 | 2.78±0.52 <sup>*</sup> | 110.47±68.10             | 117.35±62.00 <sup>*</sup> |
| t值        | 0.186      | 4.299                   | 0.140      | 2.247                   | 0.127      | 3.303                   | 0.429     | 2.271                  | 0.009                    | 0.170                     |
| P值        | 0.853      | 0.000                   | 0.889      | 0.027                   | 0.899      | 0.001                   | 0.669     | 0.025                  | 0.993                    | 0.865                     |

注：与同组输血前比，<sup>\*</sup> $P<0.05$ 。

表2 观察组患者输血前后TEG指标对比

| 时间        | R值(min)   | K值(min)   | MA值(mm)     | Angle角(°)   | CI值        |
|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|------------|
| 输血前(n=52) | 7.23±1.25 | 4.30±0.85 | 46.24±11.18 | 55.15±10.87 | -2.78±0.74 |
| 输血后(n=52) | 5.83±0.81 | 3.16±0.74 | 57.00±10.18 | 64.87±11.69 | 1.48±0.48  |
| t值        | 9.801     | 10.340    | 7.265       | 6.214       | 15.368     |
| P值        | 0.000     | 0.000     | 0.000       | 0.000       | 0.000      |

表3 两组临床输血量情况对比

| 组别        | 冰冻血浆(mL)     | 冷沉淀(u)    | 血小板(u)    |
|-----------|--------------|-----------|-----------|
| 对照组(n=52) | 164.25±40.26 | 4.45±1.25 | 5.45±2.10 |
| 观察组(n=52) | 135.20±37.68 | 3.18±1.00 | 4.95±1.82 |
| t值        | 3.799        | 5.721     | 1.297     |
| P值        | 0.000        | 0.000     | 0.197     |

表4 TEG指标与凝血功能指标的关系分析

| 指标   | R值     |       | K值     |       | Angle角 |       | MA值    |       | CI值    |       |
|------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
|      | r值     | P值    | r值     | P值    | r值     | P值    | r值     | P值    | r值     | P值    |
| PT   | 0.261  | 0.082 | -0.077 | 0.758 | 0.169  | 0.925 | 0.130  | 0.750 | 0.231  | 0.790 |
| APTT | 0.328  | 0.036 | -0.159 | 0.698 | 0.075  | 0.683 | 0.136  | 0.149 | -0.225 | 0.633 |
| TT   | -0.320 | 0.185 | 0.164  | 0.545 | -0.039 | 0.655 | -0.095 | 0.565 | -0.160 | 0.074 |
| FIB  | 0.275  | 0.091 | 0.184  | 0.027 | 0.328  | 0.029 | 0.337  | 0.016 | 0.235  | 0.020 |
| PLT  | -0.155 | 0.550 | -0.389 | 0.001 | 0.475  | 0.000 | 0.460  | 0.000 | 0.348  | 0.014 |

3 讨论

创伤是全球重大公共卫生问题，每年约580万人死于创伤，约占死亡原因的10%，大出血是创伤后死亡的主要原因，约40%的创伤死亡归因于大出血<sup>[7]</sup>。我国创伤性出血患者血液管理专家共识中提出，血液复苏是挽救创伤，特别是危重症创伤出血最为重要的一类手段，若患者同时存在PLT以及凝血因子的替代治疗指征，应适当优先考虑PLT、凝血因子的替代治疗，以减少或避免因止血异常、凝血功能障碍导致的出血<sup>[8]</sup>。血液对于人体内部的维稳意义重大，不但能够为机体提供充足的氧气与营养，同时还可以代谢消除二氧化碳，加之血液中富含丰富的抗凝物质来凝集PLT，发挥止血以及防止血栓形成的功效。在危重症创伤性出

血患者中，大量失血、多次输血以及静脉输液等都会打破机体凝血物质与抗凝物质之间的动态平衡，导致患者的死亡<sup>[9]</sup>。因此，临床对危重症创伤出血患者凝血功能改变情况的准确评估对于指导临床输血以及治疗等均意义重大。

血液从流动转变为凝结状态的能力被称之为凝血功能，同时也是一种从可溶性纤维蛋白转变为不可溶性纤维蛋白的过程<sup>[10]</sup>，血小板、凝血因子、纤维蛋白等均参与这一过程<sup>[11]</sup>。既往对于临床输血的患者，多借助术前血常规、术中血气分析等指导输血，但考虑到当前仍未颁布相关凝血因子类血制品输注指南，故而临床仍旧会无法避免输血过量或不足的情况出现，不利于患者后续的治疗以及预后情况<sup>[12-13]</sup>。传统凝血实验是临床中用来评估

凝血功能使用频次最高的一类方法,其通过观察FIB、PT、TT、APTT等指标来反映机体的凝血功能,但是该类检查在非生理条件下展开,是一个静态分析的过程,无法真实地反映凝血的全貌,在临床中的应用存在缺陷<sup>[14]</sup>。TEG利用TEG仪描述并记录血液凝固过程,对于血管形成和纤溶信息的观察较为细致,有利于全面评估凝血功能状态<sup>[15-16]</sup>。同时该检查在短时间内即可完成,具有时效性,对于凝血全过程的检测是快速且实时的,检测结果与患者实时凝血状态较为吻合<sup>[17-18]</sup>。尽管常规凝血项目检测在临床中的应用技术已经较为成熟,然而对于危重症患者而言其缺乏动态评估,且血小板功能的相关信息需要另外进行检测,操作较为分散且繁琐,不利于及时检测出早期凝血病的发生与否,具有滞后性,对于临床工作较为不便利<sup>[19]</sup>。TEG通过物理方法模拟人体凝血到纤溶的全过程,对于判断患者凝血-纤溶状态较为全面、可靠<sup>[20-21]</sup>。本研究中,输血后两组PT、APTT、TT以及FIB均较输血前有明显波动( $P<0.05$ ),且观察组PT、APTT、TT均低于对照组( $P<0.05$ ),其FIB高于对照组( $P<0.05$ ),同时输血后,观察组患者的R值、K值均较输血前降低,MA值、Angle角以及CI值均较输血前升高( $P<0.05$ ),提示TEG检查除可以对凝血因子、FIB的活性进行测定外,还可以在短时间内反映患者机体凝血功能异常,与既往学者的研究结果较为吻合<sup>[22]</sup>。本研究还发现,观察组冷冻血浆、冷沉淀输注量均较对照组更少( $P<0.05$ ),提示TEG检查有益于临床输注合理的成分,合理应用不同的血液成分,在保证治疗效果的同时,还减少了血液制品的使用量,极大地节省了医疗资源,与孟祥瑞等<sup>[23]</sup>学者的观点保持一致。另外,本研究还发现R值与APTT呈正相关,K值与PLT呈负相关,Angle角、MA值、CI值皆与FIB、PLT均呈正相关( $P<0.05$ ),进一步证实了TEG与常规凝血四项和PLT存在密切的关系,可以助临床医师充分掌握患者的凝血功能,实施针对性的凝血调节干预,指导临床治疗<sup>[24-25]</sup>,有益于患者的预后。

综上所述,TEG相关指标与常规凝血四项和PLT存在一定的关系,其能够更好地指导危重症创伤出血患者临床输血的合理输注,降低输血量并改善患者的凝血功能,在临床实践中具有较高的实用性与可行性。但本研究纳入样本数量较少,疾病类型较为单一,后续还需扩大样本量、增加疾病类型以行进一步深入探析TEG在不同疾病临床输血中的应用价值。

## 参考文献

- [1] 荣发芝. 创伤大出血患者住院输血治疗中不同成分输血比例的救治效果[J]. 临床与病理杂志, 2022, 42(4): 899-904.
- [2] Lampart A, Kuster T, Nickel CH, et al. Prevalence and severity of traumatic intracranial hemorrhage in older adults with low-energy falls[J]. J Am Geriatr Soc, 2020, 68(5): 977-982.
- [3] 胡维, 刘科蓝, 刘建林, 等. 血栓弹力图指导下输血治疗对创伤后大出血患者血钾、凝血指标及预后的影响[J]. 中国医师进修杂志, 2022, 45(10): 893-897.
- [4] Nederpelt CJ, El Hechi MW, Kongkaewpaisan N, et al. Fresh frozen plasma-to-packed red blood cell ratio and mortality in traumatic hemorrhage: nationwide analysis of 4,427 patients[J]. J Am Coll Surg, 2020, 230(6): 893-901.
- [5] 何嘉豪, 江倩, 刘春丽. 血栓弹力图与传统凝血功能检测的相关性与一致性分析[J]. 实用医学杂志, 2022, 38(5): 606-610.
- [6] Faraoni D, DiNardo JA. Viscoelastic hemostatic assays: update on technology and clinical applications[J]. Am J Hematol, 2021, 96(10): 1331-1337.

- [7] 郭程斌, 韩有方, 龚明慧, 等. 基于深度学习的创伤出血量分级预测模型研究[J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34(7): 746-751.
- [8] 中国输血协会临床输血学专业委员会. 创伤性出血患者血液管理专家共识(2022年版)[J]. 中国临床新医学, 2022, 15(6): 469-476.
- [9] 杨功勋, 高然, 羊政. 血栓弹力图指导外科手术输血: 系统评价和Meta分析[J]. 临床输血与检验, 2021, 23(3): 319-323.
- [10] 邢栋, 杨文博, 孙鹏, 等. 血栓弹力图与常规凝血功能监测在早期脑出血患者再出血中的临床意义[J]. 中华实验外科杂志, 2022, 39(10): 1995-1997.
- [11] Wang C, Liu Q, Sun L, et al. Application of thrombelastography in primary total knee and total hip replacement: a prospective 87 patients study[J]. Blood Coagul Fibrinolysis, 2019, 30(6): 281-290.
- [12] 韦菁清, 梁树聪, 黄燕娟, 等. 围术期输血指征评分指导围术期贫血患者输注红细胞对成分输血量及凝血功能的影响[J]. 广西医学, 2022, 44(9): 951-954, 977.
- [13] 陈洪波. 严重创伤患者大量输血治疗对凝血功能的临床研究[J]. 血栓与止血学, 2021, 27(1): 75-76.
- [14] 马涛, 郭少春, 李立宏. 急性期血栓弹力图与常规凝血功能检测在预测颅脑创伤患者预后中的作用[J]. 中华神经外科杂志, 2020, 36(3): 278-280.
- [15] 黎洪群, 刘燕, 罗君, 等. 血栓弹力图预测中心静脉置管相关静脉血栓发生的效能研究[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(9): 94-96.
- [16] 高瑞. 血栓弹力图与凝血试验在择期手术患者大量输血中的指导意义[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(5): 97-99.
- [17] 蔡婷婷, 李天星, 曾文, 等. 血栓弹力图指导创伤失血性休克急诊输血策略研究[J]. 创伤与急救医学, 2021, 9(2): 128-131.
- [18] 罗柳, 熊强强, 郑铭陟, 等. 肝癌患者行肝门阻断前后凝血因子和血栓弹力图的动态变化及临床意义[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2022, 19(2): 84-87.
- [19] 张志华, 余国峰. 血栓弹力图用于诊断颅脑损伤后创伤性凝血病的临床研究[J]. 中华全科医学, 2021, 19(08): 1300-1302, 1329.
- [20] 于璐, 张凯. TEG对颅脑损伤患者围术期凝血功能的评估作用[J]. 国际检验医学杂志, 2021, 42(15): 1880-1884, 1889.
- [21] 蔡婷婷, 李天星, 曾文, 等. 血栓弹力图指导创伤失血性休克急诊输血策略研究[J]. 创伤与急救医学, 2021, 9(2): 128-131.
- [22] 马瑞东, 曾小飞, 陆宇海, 等. 血栓弹力图指导食管癌患者临床输血的价值及其与常规凝血实验检测指标的相关性分析[J]. 现代生物医学进展, 2021, 21(3): 549-552, 566.
- [23] 孟祥瑞, 米红玉, 戚超, 等. 血栓弹力图对肝癌术后凝血功能异常患者输血指导作用研究[J]. 西部医学, 2020, 32(11): 1702-1705.
- [24] 张杨, 钟家宁, 郑英, 等. 血栓弹力图与传统凝血指标对妊娠期糖尿病孕妇凝血功能的监测价值比较[J]. 河北医学, 2022, 28(2): 263-267.
- [25] 孟凯, 李晓亚, 王安祥. 血栓弹力图指导下输血及监测肝素是否残留对心外科术后心功能的影响[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2022, 19(1): 262-265.

(收稿日期: 2023-03-25)

(校对编辑: 翁佳鸿)