

血栓弹力图在颅脑损伤患者凝血功能评估中的应用价值分析

陈惠敏¹, 吴惠强², 余健全¹

(1. 佛山市高明区人民医院输血科; 2. 佛山市高明区人民医院检验科, 广东 佛山 528500)

【摘要】目的 分析采用血栓弹力图 (TEG) 评估颅脑损伤患者手术治疗中凝血功能的应用价值, 为临床提升该手术治疗效果提供参考依据。**方法** 回顾性分析 2022 年 9 月至 2023 年 9 月广东省佛山市高明区人民医院收治的 86 例接受手术治疗的颅脑损伤患者的临床资料, 所有患者均接受 TEG、常规凝血指标检测, 依据常规凝血指标结果将其分为两组, 正常组 (43 例, 凝血功能正常) 和异常组 (43 例, 凝血功能异常)。比较两组患者一般临床资料、常规凝血指标参数、TEG 参数, 分析 TEG 参数与凝血指标的相关性, 采用受试者工作特征 (ROC) 曲线分析 TEG 参数评估凝血功能障碍的诊断效能。**结果** 与正常组比, 异常组患者凝血酶原时间 (PT)、凝血酶时间 (TT) 及活化部分凝血酶原时间 (APTT) 均延长, 纤维蛋白原 (FIB) 水平、凝固角 (α)、最大振幅 (MA) 均更低, 反应时间 (R)、凝固时间 (K) 均更高; 经 Perason 法分析发现颅脑损伤患者 PT、TT 及 APTT 与 R 值、K 值均呈正相关, 与 α 角、MA 值均呈负相关; FIB 与 R 值、K 值均呈负相关, 与 α 角、MA 值均呈正相关; ROC 曲线分析结果显示, TEG 参数 R、K、 α 、MA 评估颅脑损伤凝血功能障碍发生的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.854、0.773、0.860、0.866, 其中 MA 的诊断价值较高 (均 $P < 0.05$)。**结论** TEG 对颅脑损伤患者凝血功能障碍具有一定的临床诊断效能, 可实时动态反映患者的凝血状态, 为疾病诊断、治疗、预后评估提供参考依据。

【关键词】 血栓弹力图; 凝血功能; 敏感性; 颅脑损伤; 受试者工作特征曲线

【中图分类号】 R446.19

【文献标识码】 A

【文章编号】 2096-3718.2024.12.0116.04

DOI: 10.3969/j.issn.2096-3718.2024.12.037

作者简介: 陈惠敏, 大学本科, 主管技师, 研究方向: 输血检验。

况下, 肝脏功能受损, 代谢障碍加剧^[10]。肝损伤伴心肌损伤组患儿伴有肝损伤、心肌损伤, 当肝脏受损时, 其代谢胆红素的能力下降, 导致胆红素在体内积累, 心肌损伤也会间接影响肝脏的代谢功能, 加剧胆红素水平升高, 因此, 在肝损伤伴心肌损伤组中, 由于肝脏和心肌的双重损伤, 胆红素相关指标的升高幅度较大; 由于支原体或其代谢产物对肝脏细胞的直接损伤, 以及全身性炎症反应导致的肝脏细胞损伤, ALT 水平会显著升高; 心肌损伤也可能通过影响全身代谢和炎症反应, 间接导致 ALT 的升高; 由于肝脏受损, ALP 的合成和分泌受到影响, 导致其水平升高, 同时, 心肌损伤也可能通过影响全身代谢, 间接影响 ALP 的水平^[11]。

综上, 小儿支原体肺炎常会合并肝损伤、心肌损伤, 可通过生化检验监测患儿心肌功能及肝功能指标, 有助于临床及时调整或制定更个性化的治疗方案, 提高疾病管理的效果, 值得临床推广使用。

参考文献

- [1] 季芳, 卢杨挺, 吴杰. 布地奈德雾化吸入联合阿奇霉素干混悬剂治疗支原体肺炎患儿的效果及对血清 IL-18、IL-33、Th17/Treg 水平变化的影响 [J]. 中国妇幼保健, 2024, 39(1): 63-66.
- [2] 陈良娟. 研究生化检验在小儿支原体肺炎合并肝损伤、心肌损伤诊断中的应用 [J]. 中国现代药物应用, 2019, 13(5): 41-42.

- [3] 张宙, 魏向花. 生化检验在小儿支原体肺炎合并肝损伤、心肌损伤诊断中的应用效果 [J]. 系统医学, 2022, 7(12): 160-163.
- [4] 中华医学会儿科学分会呼吸学组, 《中华实用儿科临床杂志》编辑委员会. 儿童肺炎支原体肺炎诊治专家共识 (2015 年版) [J]. 中华实用儿科临床杂志, 2015, 30(17): 1304-1308.
- [5] 中国医师协会检验医师分会心血管专家委员会. 心肌肌钙蛋白实验室检测与临床应用中国专家共识 [J]. 中华医学杂志, 2021, 101(37): 2947-2961.
- [6] 谢云波, 王嗣予, 张超, 等. 新型冠状病毒肺炎合并肝损伤的临床特征及其机制研究进展 [J]. 中华肝脏病杂志, 2020, 28(6): 523-527.
- [7] 谭晓明, 陈丽芳, 肖燕青, 等. 浅谈进行生化检验对诊断小儿支原体肺炎合并肝损伤、心肌损伤的价值 [J/CD]. 临床检验杂志 (电子版), 2020, 9(1): 198-199.
- [8] 郭轲, 张瑜, 陈若才, 等. 血小板参数、CRP、LDH 联合影像学表现在儿童难治性支原体肺炎诊断和预后中的价值研究 [J]. 湖南师范大学学报 (医学版), 2020, 17(5): 179-182.
- [9] 李雪洁, 张龙, 鲜渊. 支原体肺炎患儿血清 FABP3、SDC-4 水平与心肌损害的关系研究 [J]. 临床肺科杂志, 2024, 29(4): 550-554.
- [10] 包海荣, 李小平, 刘继新, 等. 甘肃省新型冠状病毒肺炎境外输入病例与本地病例临床特征分析 [J]. 西部医学, 2022, 34(8): 1193-1198.
- [11] 李会娜. 生化检验在小儿支原体肺炎合并肝损伤、心肌损伤诊断中的应用效果 [J]. 临床研究, 2021, 29(1): 152-153.

颅脑损伤是一种高危急重症，患者因大量输入晶体溶液、大量输血后低体温、血液稀释等常会发生凝血功能障碍，这不仅增加了患者的病死率，还可能导致严重的并发症，如颅内出血等。凝血功能的紊乱可能在术中加重或引发严重的出血，因此在颅脑损伤患者的治疗中，对凝血功能的及时监测和纠正显得尤为关键^[1]。传统的凝血功能监测方法，虽然在临床中广泛应用，但是静态检测手段，仅提供了有限的信息，未能全面反映患者的凝血状态^[2]。因此，急需一种更全面、敏感性更高的方法来评估患者的凝血功能，以指导临床治疗决策。血栓弹力图（TEG）作为一种全面评估凝血功能的工具，近年来在各种领域中得到广泛应用，其能够提供更多凝血信息，因此可能更适合用于颅脑损伤患者的凝血功能监测^[3]。然而，在颅脑损伤患者中，TEG 的敏感性和指导治疗的意义尚不明确，因此需要进一步研究探讨其潜在价值。基于此，本研究回顾性分析 2022 年 9 月至 2023 年 9 月广东省佛山市高明区人民医院收治的 86 例接受手术治疗的颅脑损伤患者的临床资料，旨在观察 TEG 评估患者凝血功能的应用价值，报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2022 年 9 月至 2023 年 9 月广东省佛山市高明区人民医院收治的 86 例颅脑损伤患者的临床资料，纳入标准：(1)符合《实用颅脑损伤诊疗学》^[4]中颅脑损伤的诊断标准；(2)患者需要接受手术治疗；(3)入院 24 h 内接受常规凝血和 TEG 检测。排除标准：(1)有先天性或获得性凝血功能障碍病史；(2)合并其他严重疾病；(3)有出血性疾病史，如遗传性出血性毛细血管扩张症、血友病等；(4)存在无法完成 TEG 检测的因素，如严重溶血、血浆稀释、TEG 检测相关的技术限制等。本研究符合《赫尔辛基宣言》中的相关要求。

1.2 研究方法

1.2.1 检测方法 常规凝血指标检测：于入院 24 h 内采集两组患者静脉血 3 mL，常规抗凝处理后离心（3 000 r/min，10 min）取上层血浆，使用全自动凝血分析仪（希森美康株式会社，型号：CA-7000）检测凝血酶原时间（PT）、凝血酶时间（TT）、活化部分凝血活酶时间（APTT）及纤

维蛋白原（FIB）水平。TEG 检测：于入院 24 h 内采集两组患者静脉血 3 mL，采用枸橼酸钠抗凝管，将血液标本上下轻轻摇匀 10 次，脱盖放至标本架上，采用血栓弹力图仪（北京乐普医疗科技有限责任公司，型号：CFMS LEPU-8800）进行 TEG 监测，提前做好高岭土、氯化钙试剂，按照仪器说明书进行操作。TEG 监测指标包括反应时间（R）、凝固时间（K）、凝固角（ α ）、最大振幅（MA）。参考范围：TEG 指标：R：4~9 min；K：1~3 min； α ：47°~74°；MA：54~72 min。常规凝血指标：PT：9.8~12.1 s；TT：14.0~21.0 s；APTT：22.7~31.6 s；FIB：1.8~3.5 g/L^[5]。

1.2.2 分组方法 依据常规凝血指标结果将其患者为两组，正常组（43 例）和异常组（43 例）。正常组判定标准：符合凝血指标的正常范围 PT：9.8~12.1 s；TT：14.0~21.0 s；APTT：22.7~31.6 s；FIB：1.8~3.5 g/L；异常组判定标准：判断标准：满足以下其中一项即可，PT>12.1 s，TT>21.0 s，APTT>31.6 s^[5]。

1.3 观察指标 (1)一般资料。统计两组患者年龄、性别、疾病种类；(2)常规凝血指标。比较两组患者 PT、TT、APTT 及 FIB 水平；(3)TEG 参数。比较两组患者 R 值、K 值、 α 角及 MA 值；(4)分析 TEG 参数与常规凝血指标的关联性；(5)分析 TEG 参数评估凝血功能障碍的敏感性和特异性。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 27.0 统计学软件分析数据，计数资料以 [例 (%)] 表示，采用 χ^2 检验；计量资料经 S-W 检验符合正态分布，以 ($\bar{x} \pm s$) 表示，组间比较采用独立样本 t 检验，运用 Perason 法分析 TEG 参数与常规凝血指标的关联性，采用受试者工作特征（ROC）曲线分析 TEG 参数对凝血功能障碍的评估价值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较 两组患者年龄、性别、疾病类型（脑挫裂伤、硬脑膜外血肿、硬脑膜下血肿、脑内血肿）比较，差异均无统计学意义（均 $P>0.05$ ），见表 1。

2.2 两组患者常规凝血指标比较 与正常组比，异常组患者 PT、TT 及 APTT 均延长，FIB 水平更低，差异均有统计学意义（均 $P<0.05$ ），见表 2。

表 1 两组患者一般资料比较

组别	例数	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	性别 [例 (%)]		疾病类型 [例 (%)]			
			男性	女性	脑挫裂伤	硬脑膜外血肿	硬脑膜下血肿	脑内血肿
正常组	43	45.31 \pm 12.82	23(53.49)	20(46.51)	14(32.56)	13(30.23)	8(18.60)	8(18.60)
异常组	43	45.27 \pm 12.19	25(58.14)	18(41.86)	16(37.21)	10(23.26)	9(20.93)	8(18.60)
t/χ^2 值		0.015		0.189			0.583	
P 值		>0.05		>0.05			>0.05	

表 2 两组患者常规凝血指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	PT(s)	TT(s)	APTT(s)	FIB(g/L)
正常组	43	11.14±1.21	14.17±4.09	24.17±3.39	2.35±0.52
异常组	43	14.06±3.29	20.43±4.36	33.24±4.15	3.01±0.74
t 值		5.462	6.867	11.099	4.785
P 值		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

注: PT: 凝血酶原时间; TT: 凝血酶时间; APTT: 活化部分凝血酶原时间; FIB: 纤维蛋白原。

2.3 两组患者 TEG 参数比较 与正常组比, 异常组患者 R 值、K 值均更高, α 角、MA 值更低, 差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$), 见表 3。

表 3 两组患者 TEG 参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	R(min)	K(min)	α 角 (°)	MA(mm)
正常组	43	5.61±1.12	1.83±0.44	62.31±5.22	61.43±4.34
异常组	43	9.43±2.54	3.21±0.82	48.73±7.64	51.21±6.82
t 值		9.024	9.724	9.624	8.290
P 值		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

注: TEG: 血栓弹力图; R: 反应时间; K: 凝固时间; α : 凝固角; MA: 最大振幅。

2.4 TEG 参数与常规凝血指标的相关性分析 经 Perason 相关性分析发现颅脑损伤患者 PT、TT 及 APTT 与 R 值、K 值均呈正相关, 与 α 角、MA 值均呈负相关; FIB 与 R 值、K 值均呈负相关, 与 α 角、MA 值均呈正相关, 差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$), 见表 4。

2.5 TEG 参数评估颅脑损伤患者发生凝血功能障碍的诊断效能 ROC 曲线分析结果显示, TEG 参数 R、K、 α 角、MA 评估颅脑损伤凝血功能障碍发生的 AUC 分别为 0.854、0.773、0.860、0.866, 其中 MA 的诊断价值较高, 均有统计学意义 (均 $P<0.05$), 见表 5、图 1。

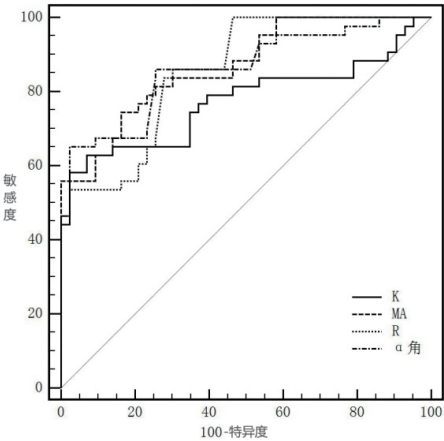


图 1 TEG 参数评估颅脑损伤患者凝血功能障碍的 ROC 曲线

3 讨论

颅脑损伤是一种严重的疾病, 其临床表现包括意识障碍、头痛、恶心、呕吐、癫痫发作、肢体瘫痪等, 患者常常出现凝血功能障碍, 这可能与创伤、炎症、组织坏死等因素有关, 这些凝血异常可能导致出血、血肿扩大等并发症, 严重影响患者的预后, 因此, 准确评估颅脑损伤患者的凝血功能对于指导临床治疗非常重要。常规凝血指标可以反映患者部分凝血功能, 但不能全面反映血液凝固和纤溶全过程^[6]。因此, 需要更敏感、更全面的方法来评估颅脑损伤患者的凝血功能。TEG 是一种能够动态监测血液从凝固到溶解全过程的实验方法, 具有实时监测能力, 可以更全面地反映患者的凝血状态^[7]。然而, 尽管 TEG 在其他领域已经得到了广泛应用, 但其在颅脑损伤患者中的应用报道较少。

颅脑损伤患者病情危重, 体内凝血纤溶系统功能变化较为复杂, 多数颅脑损伤患者入院时即会出现凝血功能障

表 4 TEG 参数与常规凝血指标的相关性分析

指标	R		K		α 角		MA	
	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
PT	0.428	<0.05	0.405	<0.05	-0.377	<0.05	-0.301	<0.05
TT	0.422	<0.05	0.397	<0.05	-0.396	<0.05	-0.257	<0.05
APTT	0.402	<0.05	0.464	<0.05	-0.451	<0.05	-0.316	<0.05
FIB	-0.217	<0.05	-0.282	<0.05	0.325	<0.05	0.272	<0.05

注: TEG: 血栓弹力图; PT: 凝血酶原时间; TT: 凝血酶时间; APTT: 活化部分凝血酶原时间; FIB: 纤维蛋白原; R: 反应时间; K: 凝固时间; α : 凝固角; MA: 最大振幅。

表 5 ROC 曲线分析 TEG 参数评估颅脑损伤凝血功能障碍发生的诊断价值

TEG 参数	AUC	95%CI 值	最佳截断值	敏感性 (%)	特异性 (%)	约登指数	P 值
R	0.854	0.762~0.921	5.89 min	86.05	69.77	0.558	<0.05
K	0.773	0.670~0.857	2.52 min	62.79	93.02	0.558	<0.05
α 角	0.860	0.769~0.826	57.31°	65.12	97.67	0.581	<0.05
MA	0.866	0.776~0.930	56.89 mm	74.42	83.72	0.628	<0.05

注: ROC: 受试者工作特征; TEG: 血栓弹力图; AUC: 曲线下面积; R: 反应时间; K: 凝固时间; α : 凝固角; MA: 最大振幅。

碍。本研究结果显示,与正常组比,异常组患者 PT、TT 及 APTT 均延长, FIB 水平更低,这提示颅脑损伤患者凝血功能存在异常。分析其原因为颅脑损伤后,血脑屏障被破坏,大量凝血因子释放入血,激活外源性凝血系统促进 FIB 转化成纤维蛋白及产生凝血酶,导致血液处于高凝状态,同时颅脑损伤患者脑组织常处于低灌注状态,引发缺氧、缺血,损伤细胞功能,激活纤溶系统,导致凝血功能异常^[5]。但目前临床常应用的实验室指标无法对血块凝固强度、凝血成分相互作用等进行监测,无法全面了解颅脑损伤患者血凝状态。

R 值水平升高表明凝血因子活性降低或凝血因子缺乏, K 值表示血凝块形成到相对坚固的时间,可反映纤维蛋白的形成, α 角表示血凝块形成的速率,其角度越大表明血凝块的速度越快^[8]。本研究结果显示,与正常组比,异常组患者 R 值、K 值均更高, α 角、MA 值更低,这提示 TEG 能够更准确地识别患者是否存在凝血功能障碍,这一发现强调了 TEG 作为一种监测工具在颅脑损伤患者中的诊断价值。传统的凝血指标虽然在临床中常用,但无法捕捉到凝血功能的全部复杂性,而 TEG 提供了更全面、实时的凝血信息,涵盖了凝血的各个方面,包括凝血的启动、传播和强度。因此,TEG 能够更全面地反映患者的凝血状态,从而提高了对凝血功能障碍评估的敏感性^[9-10]。传统的凝血指标在此情况下可能无法提供足够的信息,而 TEG 通过实时监测,能够更全面反映患者的凝血状态,这为医生提供了更好的工具,用于制定个体化的治疗方案,根据患者的实际需要进行干预,从而降低了术后并发症的发生风险^[11]。

本研究结果还显示,经 Perason 法分析,PT、TT 及 APTT 与 R 值、K 值均呈正相关,与 α 角、MA 值均呈负相关; FIB 与 R 值、K 值均呈负相关,与 α 角、MA 值均呈正相关,这提示 TEG 检测与常规凝血指标密切相关,这可能与颅脑损伤患者血小板数量下降、血小板功能减退、血小板合成受阻、继发性纤溶亢进等有关。分析其原因为 TEG 能够动态模拟还原人体内的凝血过程和纤溶过程,并通过检测血凝块的形成和纤溶过程中的物理信号,可将凝血异常指标及时反馈给医生,便于医生及时制定个性化治疗方案,通过实时监测患者的凝血状态,TEG 可以更准确地指导凝血功能的纠正治疗,有利于围手术期稳定患者的凝血状态^[12]。本研究中,ROC 曲线分析结果显示,TEG 参数 R、K、 α 、MA 评估颅脑损伤凝血功能障碍发生的 AUC 分别为 0.854、0.773、0.860、0.866,其中 MA 的诊断价值较高,这提示了 TEG 作为一种监测工具在颅脑损伤患者中的诊断价值较高,与刘芳龙^[13] 研究结果中 R、K、 α 、Ma 诊断急性期颅脑损伤合并凝血功能障碍的 AUC 分别为 0.710、

0.816、0.811、0.843 基本一致。分析其原因为 Ma 值会受到 FIB 的影响,而 FIB 在凝血异常的初始阶段有着重要作用,因此在颅脑损伤后凝血功能变化的初始阶段诊断灵敏度较高。

综上,TEG 作为一种全面、实时的凝血功能监测方法,在颅脑损伤患者治疗中具有重要的临床应用价值,其有助于提高诊断敏感性,明确患者凝血功能状态,实时评估患者凝血状态,为颅脑损伤患者的治疗、预后评估提供参考依据,值得临床推广应用。

参考文献

- [1] 蒙斯雅,李梅,李微.构建 Logistic 回归预测模型分析颅脑损伤患者并发凝血功能障碍的影响因素[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2023,18(3): 320-324.
- [2] 李丹,蔡春生,邓树章,等.血栓弹力图和凝血五项在脑血管病中的关系探讨[J].脑与神经疾病杂志,2023,31(6): 382-386.
- [3] 杨建业,秦磊磊,李飞龙,等.血栓弹力图临床应用的研究进展[J].重庆医学,2020,49(1): 149-154.
- [4] 王继军.实用颅脑损伤诊疗学[M].天津:天津科学技术出版社,2012: 89-92.
- [5] 荆晶,王文婷,常艳,等.临床凝血功能异常患者血栓弹力图与常规凝血检测的比较及相关性分析[J].中国实验血液学杂志,2020,28(2): 629-635.
- [6] 那鑫妮,夏亚军.血栓弹力图和凝血五项评价低分子肝素改善重度子痫前期患者凝血功能效果的比较研究[J].实用妇产科杂志,2019,35(2): 146-149.
- [7] 蔡莉,郑萍.血栓弹力图对胶质瘤患者凝血功能的检测及其参数与 Ki-67 表达的相关性[J].现代肿瘤医学,2020,28(13): 2229-2233.
- [8] 金冠,马银华,刘义,等.血栓弹力图对急性缺血性脑卒中患者复发缺血的预测价值[J].中国老年学杂志,2019,39(23): 5663-5665.
- [9] 张亚南,高沿航.血栓弹力图指导非静脉曲张性出血肝硬化患者的血液成分使用[J].临床肝胆病杂志,2019,35(8): 1727.
- [10] 段唐海,刘庆,缪希莉,等.老年冠心病患者血栓弹力图与常规凝血试验的相关性[J].中国老年学杂志,2020,40(21): 4499-4501.
- [11] 荆晶,王文婷,常艳,等.临床凝血功能异常患者血栓弹力图与常规凝血检测的比较及相关性分析[J].中国实验血液学杂志,2020,28(2): 629-635.
- [12] 陈志鹏,张铁凝,高雷,等.血栓弹力图在早期烧伤后凝血功能障碍诊断的应用研究[J].中华卫生应急电子杂志,2022,8(5): 257-261.
- [13] 刘芳龙.血栓弹力图对急性期颅脑损伤患者凝血功能障碍的临床诊断效能[J].医疗装备,2022,35(10): 39-41.