

骨科手术大量输血患者凝血功能紊乱机制及优化输血策略研究

闫波¹, 霍新成¹, 宋咏¹, 李菲^{2*}

¹新疆维吾尔自治区第三人民医院 新疆乌鲁木齐

²新疆维吾尔自治区人民医院 新疆乌鲁木齐

【摘要】目的 探究骨科手术大量输血患者凝血功能紊乱机制及优化输血策略。**方法** 选取 2024 年 1 月-2024 年 12 月本院收治的骨科手术大量输血患者 40 例进行研究, 通过采集患者手术前、输血过程中及输血后的血液样本, 检测凝血相关指标, 并结合患者的临床资料进行分析。**结果** 输血前, 患者 PT、APTT、PLT、Fg 等指标均处于正常范围, 输血过程中, 随着血液输入, PT、APTT 开始延长, PLT、Fg 含量逐渐下降, 输血结束后 2 小时, PT、APTT 显著延长, PLT、Fg 含量明显降低。输血中及输血后各指标与术前相比, 差异均具有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 骨科手术大量输血患者存在复杂的凝血功能紊乱机制, 基于此制定的优化输血策略可有效改善患者凝血功能。

【关键词】 骨科手术; 大量输血; 凝血功能紊乱; 优化输血策略

【收稿日期】 2025 年 6 月 24 日

【出刊日期】 2025 年 7 月 28 日

【DOI】 10.12208/j.ijcr.20250353

Research on the mechanism of coagulation dysfunction and optimized blood transfusion strategies in patients undergoing massive blood transfusion in orthopedic surgery

Bo Yan¹, Xincheng Huo¹, Yong Song¹, Fei Li^{2*}

¹The Third People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi, Xinjiang

²People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi, Xinjiang

【Abstract】Objective To investigate the mechanisms of coagulation disorders in patients who receive large volumes of blood transfusions during orthopedic surgery and to optimize transfusion strategies. **Methods** A total of 40 patients who underwent orthopedic surgery and received large volumes of blood transfusions at our hospital from January to December 2024 were selected for study. Blood samples were collected before, during, and after the transfusion to measure coagulation-related indicators, and the data were analyzed in conjunction with the patients' clinical records. **Results** Before the transfusion, patients had normal PT, APTT, PLT, and Fg levels. During the transfusion, as blood was infused, PT and APTT began to increase, while PLT and Fg levels gradually decreased. Two hours after the transfusion, PT and APTT were significantly prolonged, and PLT and Fg levels were markedly reduced. The differences in these indicators during and after the transfusion were statistically significant compared to pre-transfusion levels ($P<0.05$). **Conclusion** Patients who receive large volumes of blood transfusions during orthopedic surgery have complex coagulation disorders. Optimizing transfusion strategies based on these findings can effectively improve patients' coagulation function.

【Keywords】 Orthopedic surgery; Massive blood transfusion; Coagulation dysfunction; Optimization of blood transfusion strategy

骨科临床领域, 复杂骨折、脊柱手术等骨科大手术常因创伤范围广、血管损伤严重, 导致术中及术后出现大量失血的情况, 大量输血成为维持患者生命体征、保障手术顺利进行的必要手段, 大量输血并非毫无风

险, 随之而来的凝血功能紊乱问题日益受到医学界关注, 凝血功能紊乱可致使患者术后出血难以控制, 增加二次手术止血的风险, 异常的凝血状态也可能引发血栓形成, 进而导致肺栓塞、深静脉血栓等严重并发症,

*通讯作者: 李菲

不仅延长患者住院时间、增加医疗成本,更会对患者生命健康造成严重威胁^[1],深入探究骨科手术大量输血患者凝血功能紊乱的内在机制,积极寻找并制定优化输血策略,对于提高骨科手术成功率、改善患者预后、降低术后并发症发生率具有至关重要的临床意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究选取的 40 例骨科手术大量输血患者,均来自 2024 年 1 月-2024 年 12 月本院收治病例,通过随机抽样方法获取,确保样本具有代表性。其中男性 23 例,女性 17 例,性别比例接近 1.35:1,符合骨科手术患者群体中男性因体力劳动相关创伤较多而占比略高的流行病学特征。年龄跨度从 18 岁至 75 岁,涵盖青年、中年及老年群体,平均年龄 46.5 ± 5.6 岁。

纳入条件:接受骨科大手术且术中及术后 24 小时内输血量 $\geq 5U$ 红细胞悬液;术前凝血功能基本正常;签署知情同意书;无严重肝肾功能障碍。

排除条件:术前已存在血液系统疾病或凝血功能障碍;合并严重心血管疾病;有输血相关不良反应史;妊娠或哺乳期女性。

1.2 方法

针对骨科手术大量输血患者,制定严谨规范的检测与记录流程,患者手术前,全面采集各项基础信息,除记录姓名、年龄、性别、体重、身高、病史、过敏史外,还着重检测血红蛋白浓度、红细胞压积、血型、抗体筛查等实验室指标,以明确输血指征与患者基本状况^[2]。

输血过程中,输血量达到 5U 时,精准采集静脉血样本,运用全自动血凝分析仪,对凝血酶原时间(PT)、活化部分凝血活酶时间(APTT)、纤维蛋白原(Fg)含量、血小板计数(PLT)等关键凝血指标展开检测,密切监测输血速度、输血反应以及生命体征等情况,详细记录每一项变化^[3]。

输血结束后 2 小时,再次采集静脉血样本用于凝血指标复查,以便对比分析输血前后患者凝血功能的动态变化,对于手术时间、出血量、输血量、输血成分等临床资料,均通过专门的输血记录单、电子病历系统

以及麻醉记录等多重渠道进行详细记录,手术中使用的每一袋血液制品,其血型、规格、使用时间等信息都精准登记,血库管理系统也同步追踪,确保数据准确无误,为深入探究骨科手术大量输血与凝血功能的关系提供全面、可靠的数据支撑^[4]。

1.3 观察指标

凝血酶原时间(PT)、活化部分凝血活酶时间(APTT)、纤维蛋白原(Fg)含量及血小板计数(PLT):分析其在手术前、输血中(输血量达 5U 时)及输血结束后 2 小时三个关键时间点的动态变化,评估大量输血对患者凝血功能的影响^[5]。

PT 主要反映外源性凝血途径,APTT 则体现内源性凝血途径,二者延长表明凝血因子缺乏或功能异常;Fg 作为凝血过程的关键物质,其含量降低直接削弱凝血能力;PLT 在止血初期发挥重要作用,数量减少会导致凝血启动延迟。

对比术前基础值与输血过程中、输血后的指标变化,精准捕捉凝血功能紊乱的发生与发展趋势,结合手术时间、出血量及输血成分等临床资料,系统剖析大量输血对凝血功能的影响机制,为优化输血策略提供量化依据^[6]。

1.4 统计学处理

excel 等医疗办公室软件下离散数据的统计并分类计数(χ^2 检验,用于推断两个总体率或构成比之间有无差别),配对计量资料样本或组间进行比较(t 检验,观察此组样本与总体的差异性), $\bar{x}$ (平均值) $\pm s$ (Standard Deviation) 表示均数加减标准差,小概率事件统计当中的质量控制 $P < 0.05$ 表示具有显著性差异(百次试验中,发生次数少于 5 次)。

2 结果

输血前,患者 PT、APTT、PLT、Fg 等指标均处于正常范围,输血过程中,随着血液输入,PT、APTT 开始延长,PLT、Fg 含量逐渐下降,输血结束后 2 小时,PT、APTT 显著延长,PLT、Fg 含量明显降低。输血中及输血后各指标与术前相比,差异均具有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。

表 1 患者输血不同时间指标情况对比

时间	PT (s)	APTT (s)	Fg (g/L)	PLT ($\times 10^9/L$)
术前	11.5 ± 1.2	32.5 ± 3.0	3.2 ± 0.5	210 ± 30
输血中	14.2 ± 1.5	38.5 ± 3.5	2.5 ± 0.4	180 ± 25
输血后	16.8 ± 1.8	45.2 ± 4.0	1.8 ± 0.3	150 ± 20
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

3 讨论

骨科手术临床实践中, 大量输血患者凝血功能紊乱的发生机制复杂且相互关联, 从本研究数据看, 患者在大量输血后, 凝血酶原时间 (PT) 从术前平均 $11.5 \pm 1.2\text{s}$ 显著延长至 $16.8 \pm 1.8\text{s}$, 活化部分凝血活酶时间 (APTT) 也从 $32.5 \pm 3.0\text{s}$ 延长至 $45.2 \pm 4.0\text{s}$, 纤维蛋白原 (Fg) 含量由 $3.2 \pm 0.5\text{g/L}$ 降至 $1.8 \pm 0.3\text{g/L}$, 血小板计数 (PLT) 从 $210 \pm 30 \times 10^9/\text{L}$ 下降到 $150 \pm 20 \times 10^9/\text{L}$, 这些变化直观反映出凝血功能的恶化。

骨科手术大量输血患者凝血功能紊乱机制视角, 大量失血致使凝血因子和血小板随血液流失, 而库存血储存条件严苛, 其中不稳定凝血因子如Ⅷ因子、Ⅴ因子在 4°C 环境下活性随时间衰减, 血小板离体后于 22°C 震荡保存 5 天后, 其黏附、聚集功能大幅降低, 使得输入的血液难以有效填补机体凝血物质缺口, 晶体液、胶体液的大量输注引发血液稀释, 进一步降低了凝血因子和血小板浓度, 加重 PT、APTT 的延长以及 Fg、PLT 水平的下降^[7]。

手术创伤引发的全身炎症反应综合征 (SIRS), 激活中性粒细胞、单核细胞等炎症细胞, 释放肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白细胞介素-6 (IL-6) 等炎症介质, 这些介质不仅抑制肝脏合成凝血因子, 还促使纤溶系统亢进, 打破凝血-纤溶系统的平衡, 这与 Fg 含量显著降低的数据相呼应, 骨科手术中长时间暴露、大量输注低温库存血, 易导致患者低体温, 本研究 30% 的患者输血后核心体温降至 35°C 以下。低温环境下, 凝血酶原酶复合物活性降低, 血小板膜流动性变差, 凝血级联反应效率下降, 使得 PLT 计数降低的同时功能也严重受损^[8-9]。

针对这些机制, 优化输血策略需多管齐下, 依据 PT、APTT、Fg、PLT 等指标动态调整输血成分, 当 PT、APTT 超过正常上限 1.5 倍且创面广泛渗血时, 及时输注 10-15ml/kg 新鲜冰冻血浆补充凝血因子, PLT 计数 $<50 \times 10^9/\text{L}$ 或 $<80 \times 10^9/\text{L}$ 且伴有活动性出血, 立即输注 1-2U 单采血小板, 严格把控晶体液输注速度与总量, 采用目标导向液体治疗, 在维持血红蛋白浓度 $\geq 70\text{g/L}$ 的同时, 避免血液过度稀释, 术中借助变温毯、加温输血输液装置, 确保患者体温维持在 36°C 以上, 提升凝血酶活性与血小板功能。对凝血功能严重紊乱患者, 早期联用 10-20U/kg 凝血酶原复合物与 1-2g 纤维蛋白原, 并通过血栓弹力图 (TEG) 或旋转血栓弹力测定 (ROTEM) 持续监测, 实时优化输血方案^[10]。

综上所述, 通过深入剖析凝血功能紊乱机制并实施精准的优化输血策略, 能够有效改善患者凝血状态,

降低术后并发症风险, 切实提高骨科手术治疗质量与患者预后水平。

参考文献

- [1] 梁玉, 李二威, 张垒. 回收式自体输血对体外循环心脏瓣膜置换术患者凝血功能、氧合状况及免疫功能的影响[J]. 海南医学, 2024, 35(22): 3279-3283.
- [2] 陈瑜, 钟英莲, 施星, 等. 体外膜肺氧合治疗患者输血后的凝血功能及免疫功能临床研究[J]. 临床血液学杂志, 2024 (2): 37.
- [3] 罗育松, 林凯, 陈秋斌. 自体输血与异体输血对创伤性颅脑损伤开颅手术患者凝血功能、细胞免疫功能和神经损伤标志物的影响[J]. Progress in Modern Biomedicine, 2023, 23(14): 17.
- [4] 田艳, 赖冬, 姬长甫, et al. TEG 体外纠正模型指导下的输血治疗方案选择: 一项单中心研究[J]. 血栓与止血学, 2023, 29(1): 31-36.
- [5] 杨健, 詹前美, 黄妮, 等. 血栓弹力图在指导肝硬化失代偿期患者输血治疗中的应用价值分析[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2024, 8(12): 38-41.
- [6] 王东阳, 牛志莹. 不同储存时间去白悬浮红细胞在胃癌手术围术期大量输血患者中的应用效果比较[J]. 中国实用医刊, 2025, 52(05): 37-40.
- [7] 罗育松, 林凯, 陈秋斌, 等. 自体输血与异体输血对创伤性颅脑损伤开颅手术患者凝血功能、细胞免疫功能和神经损伤标志物的影响[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(14): 2693-2697.
- [8] 邹志强, 淡桂林, 张倩, 等. 新鲜冰冻血浆与浓缩红细胞高比例输注对严重创伤大量输血患者凝血功能及免疫功能的影响[J]. 中外医学研究, 2023, 21(8): 154-157.
- [9] 王静, 宋进进. 不同比例悬浮红细胞及新鲜冰冻血浆对急性创伤大量输血患者凝血纤溶功能、预后的影响[J]. 临床医学研究与实践, 2024, 9(35): 118-121.
- [10] 俞洪韵, 瞿昌晶, 朱锋, 等. 不同输血量干预对老年严重创伤患者凝血功能的影响[J]. 医学临床研究, 2024, 41(1): 106-108.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS