

血糖间隙对老年下肢骨折手术患者围术期输血的预测价值

刘婷婷¹ 张杏杏¹ 夏帮坤¹ 朱文刚¹

[摘要] 目的:探讨血糖间隙(glycemic gap,GG)对老年下肢骨折手术患者围术期输血的预测价值。方法:选取医院 2020 年 1 月至 2023 年 11 月期间收治的行择期手术治疗的老年下肢骨折患者 161 例,根据患者围术期是否输血将其分为输血组($n=38$)和未输血组($n=123$)。比较 2 组临床资料,绘制受试者工作特征曲线分析 GG 对老年下肢骨折手术患者围术期输血的预测价值。结果:多因素 logistic 回归分析结果显示:年龄($OR=3.255$, 95% CI 1.078~9.832)、体重指数(BMI)($OR=1.688$, 95% CI 0.958~2.974)、手术时间($OR=1.792$, 95% CI 0.880~3.650)、血红蛋白(Hb)($OR=3.469$, 95% CI 1.799~6.689)、GG($OR=2.827$, 95% CI 1.432~5.581)是老年下肢骨折患者围术期输血的重要影响因素($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示:年龄、BMI、手术时间、GG 预测老年下肢骨折患者围术期输血的曲线下面积分别为 0.629、0.677、0.637、0.774,其中以 GG 的预测价值最佳。结论:GG 预测老年下肢骨折患者围术期输血具有良好的效能,且具有容易获取、计算简单等优势,可为临床鉴别高输血人群提供参考依据。

[关键词] 血糖间隙;下肢骨折;围术期输血;影响因素

DOI:10.13201/j.issn.1004-2806.2024.10.007

[中图分类号] R457.1 **[文献标志码]** A

Predictive value of blood glucose gap for perioperative blood transfusion in elderly patients with lower limb fracture surgery

LIU Tingting ZHANG Xingxing XIA Bangkun ZHU Wengang

(Department of Blood Transfusion, Fuyang People's Hospital, Fuyang, 236000, China)

Corresponding author: LIU Tingting, E-mail: liutingt1211@163.com

Abstract Objective: To investigate the predictive value of blood glucose gap for perioperative blood transfusion in elderly patients undergoing lower limb fracture surgery. **Methods:** From January 2020 to November 2020, 161 elderly patients with lower extremity fractures who underwent elective surgery in our hospital were selected, patients were divided into transfusion group($n=38$) and non-transfusion group($n=123$) according to whether or not they received blood transfusion during the perioperative period. The clinical data of the two groups were compared, and the ROC curve was drawn to analyze the predictive value of blood glucose gap for perioperative blood transfusion in elderly patients with lower extremity fracture. **Results:** Multivariate logistic regression analysis showed that age($OR=3.255$, 95% CI 1.078-9.832), BMI($OR=1.688$, 95% CI 0.958-2.974), operation time ($OR=1.792$, 95% CI 0.880-3.650), Hb($OR=3.469$, 95% CI 1.799-6.689), blood glucose gap($OR=2.827$, 95% CI 1.432-5.581) were the important influencing factors of blood transfusion in the elderly patients with lower extremity fracture during perioperative period($P<0.05$). The results of ROC curve analysis showed that the area under the curve of age, BMI, operation time and GG in predicting perioperative blood transfusion in elderly patients with lower limb fracture were 0.629, 0.677, 0.637 and 0.774, respectively, among which GG had the best predictive value. **Conclusion:** Blood glucose gap prediction of perioperative blood transfusion in elderly patients with lower extremity fracture may have good efficacy, and have advantages of easy access, simple calculation, and can provide reference for clinical identification of high blood transfusion population.

Key words blood glucose gap; lower limb fracture; perioperative blood transfusion; influencing factors

下肢骨折是老年人常见的骨折类型之一,据不完全统计,下肢骨折发生率约占全身骨折的 30%,而外科手术是目前临床常用的治疗方法,可有效促

进患者肢体功能恢复,提升其生活质量^[1]。由于老年人群身体机能下降,骨髓造血能力较弱,围术期容易发生出血、贫血等事件^[2],影响其手术效果和术后恢复。既往研究指出,有 30%~70%的老年下肢骨折患者围术期需要输血治疗^[3]。但目前血

¹阜阳市人民医院输血科(安徽阜阳,236000)

通信作者:刘婷婷, E-mail: liutingt1211@163.com

液制品资源紧张,同时输血可能会增加患者过敏反应、急性溶血等不良事件风险,因此如何精准识别围术期需要输血的高危人群至关重要。大量研究证实机体的焦虑水平以及应激状态对外科手术患者围术期输血有一定影响,但其具体机制并不明确^[4]。近年来有研究发现,机体处于焦虑、应激状态下容易出现应激性高血糖(stress hyperglycemia, SIH),与外科手术出血量及术后多种并发症存在密切关联^[5]。既往临床多采用血糖水平反映 SIH,但单一血糖水平容易受到基线血糖、急性应激等因素的影响,预测准确性大大降低。血糖间隙(glycemic gap, GG)是指患者入院时的血糖与其平均血糖水平之间的差值,在预测心血管疾病患者 SIH 中发挥出显著效果,但对老年下肢骨折患者围术期输血的影响尚未见相关文献报道^[6]。本研究以老年下肢骨折手术患者为研究对象,主要分析 GG 对其围术期输血的影响,为优化临床输血决策提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 资料

选取医院 2020 年 1 月—2023 年 11 月收治的老年下肢骨折患者 161 例。纳入标准:①经影像学检查确诊为下肢骨折;②年龄 ≥ 60 岁;③符合手术治疗适应证;④临床资料完整。排除标准:①二次手术;②陈旧性、病理性骨折者;③合并严重心、脑、肺等重要器官障碍者;④合并肝肾功能不全者;⑤合并严重血液系统疾病者。根据患者围术期是否输血将其分为输血组 38 例和未输血组 123 例。围术期输血标准^[7]:患者血红蛋白(hemoglobin, Hb) < 80 g/L 或 $80 \sim 100$ g/L 且生命体征不稳定,存在呼吸急促、心动过速等贫血症状者。研究中所有患者均签署知情同意书,本研究经医院医学伦理委员会批准通过。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 通过电子病历收集患者的临床资料,包括人口社会学信息[年龄、性别、体重指数(body mass index, BMI)、骨折部位、是否合并基础病]、手术资料[美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级、手术方式、手术时间]以及术前实验室数据[术前 Hb、白细胞计数(white blood cell count, WBC)、血小板计数(platelet count, PLT)、血细胞比容(hematocrit, HCT)、红细胞分布宽度(red blood cell distribution width, RDW)、国际标准化比值(international normalised ratios, INR)、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、纤维蛋白原(fibrinogen, Fib)]。

1.2.2 GG 评估方法 GG 为患者入院血糖与平均血糖的差值。采集患者入院 24 h 内的糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin, HbA1c)、血糖水平,根据公式计算平均血糖水平(average blood average glucose, ADAG), $ADAG = 1.59 \times HbA1c - 2.59$ ^[8], $GG = \text{入院时血糖} - ADAG$ 。

1.3 统计学方法

待分析的数据导入 SPSS 27.0 软件中。对计量资料以 $\bar{X} \pm S$ 来描述数据的集中趋势和离散程度;对计数资料以例(%)表示,采用 t 检验或 χ^2 检验。围术期输血的影响因素使用多因素 logistic 回归分析,绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析 GG 的预测价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 输血组和未输血组临床资料比较

161 例老年下肢骨折患者围术期输血 38 例,未输血 123 例。输血组和未输血组患者年龄、BMI、ASA 分级、手术方式、手术时间、Hb、HCT、Fib、GG 比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 影响老年下肢骨折患者围术期输血的多因素 logistic 回归分析

以单因素分析中差异有统计学意义的指标为自变量,以老年下肢骨折患者围术期输血作为因变量(赋值:未输血=0,输血=1),进行多因素 logistic 回归分析,结果显示:年龄、BMI、手术时间、Hb、GG 是老年下肢骨折患者围术期输血的重要影响因素($P < 0.05$),见表 2。

2.3 GG 预测老年下肢骨折患者围术期输血的 ROC 曲线分析结果

以老年下肢骨折患者围术期是否输血为状态变量(是=1,否=0),以年龄、BMI、手术时间和 GG 为检验变量,绘制 ROC 曲线。ROC 曲线分析结果显示:年龄、BMI、手术时间、GG 预测老年下肢骨折患者围术期输血的曲线下面积(areas under curve, AUC)分别为 0.629、0.677、0.637、0.774,其中以 GG 的预测价值最佳,见表 3 和图 1。

3 讨论

外科手术是现阶段临床治疗老年下肢骨折患者的主要方法^[9-10],由于老年人身体机能下降,造血功能减退,手术耐受性较差,造成围术期输血的需求大大增加。但有研究指出,患者接受异体血液输注后,容易出现排斥反应、感染、肺损伤等输血并发症^[11-12],过度输血也会增加患者住院期间的不良事件发生率,如感染、凝血功能障碍等^[13-14],因此术前及早识别需要围术期输血的高危人群对改善其预后,避免过度输血,合理使用血液资源具有重要意义。

表 1 输血组和未输血组临床资料比较

项目	输血组(<i>n</i> = 38)	未输血组(<i>n</i> = 123)	χ^2/t	<i>P</i>
年龄/岁	78.58 ± 8.85	72.73 ± 6.95	4.239	<0.001
性别/例(%)				
男	9(23.68)	31(25.20)	0.036	0.850
女	29(76.32)	92(74.80)		
BMI/(kg/m ²)	21.18 ± 1.98	23.40 ± 1.50	7.364	<0.001
骨折部位/例(%)				
股骨	17(44.74)	57(46.34)	0.101	0.992
股骨颈	7(18.42)	20(16.26)		
胫腓骨	8(21.05)	26(21.14)		
其他	6(15.79)	20(16.26)		
合并基础病/例(%)				
是	23(60.53)	72(58.54)	0.048	0.827
否	15(39.47)	51(41.46)		
ASA 分级/例(%)				
I 级	6(15.79)	22(17.89)	7.788	0.020
II 级	21(55.26)	88(71.54)		
III 级	11(28.95)	13(10.57)		
手术方式/例(%)				
内固定术	27(71.05)	51(41.46)	10.181	0.002
关节置换术	11(28.95)	72(58.54)		
手术时间/min	78.58 ± 6.45	71.52 ± 8.41	4.757	<0.001
Hb/(g/L)	99.77 ± 18.26	126.02 ± 14.15	9.301	<0.001
WBC/(×10 ⁹ /L)	9.01 ± 1.69	9.52 ± 2.50	1.176	0.241
PLT/(×10 ⁹ /L)	203.36 ± 61.15	222.51 ± 55.59	1.812	0.072
HCT	0.25 ± 0.09	0.32 ± 0.05	6.116	<0.001
RDW	16.93 ± 2.41	16.84 ± 2.91	0.173	0.863
INR	0.89 ± 0.20	0.88 ± 0.24	0.233	0.816
PT/s	9.71 ± 1.87	9.83 ± 2.01	0.327	0.744
APTT/s	27.34 ± 2.95	26.96 ± 4.74	0.466	0.642
Fib/(g/L)	3.66 ± 1.00	4.03 ± 0.46	3.172	0.002
GG/(mmol/L)	2.29 ± 0.91	0.25 ± 0.10	24.555	<0.001

表 2 影响老年下肢骨折患者围术期输血的多因素 logistic 回归分析

因素	β	<i>SE</i>	Ward χ^2	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>
年龄	1.180	0.564	4.379	<0.001	3.255	1.078~9.832
BMI	0.524	0.289	3.282	0.015	1.688	0.958~2.974
手术时间	0.583	0.363	2.582	0.039	1.792	0.880~3.650
Hb	1.244	0.335	13.787	<0.001	3.469	1.799~6.689
GG	1.039	0.347	8.969	<0.001	2.827	1.432~5.581

表 3 GG 预测老年下肢骨折患者围术期输血的 ROC 曲线分析结果

变量	AUC	95% <i>CI</i>	<i>P</i>	最佳截断值	灵敏度	特异度
年龄	0.629	1.078~9.832	0.026	68 岁	0.688	0.488
BMI	0.677	0.569~0.785	0.003	20.8 kg/m ²	0.723	0.595
手术时间	0.637	0.524~0.751	2.582	67.2 min	0.709	0.581
GG	0.774	0.681~0.868	<0.001	1.07	0.837	0.612

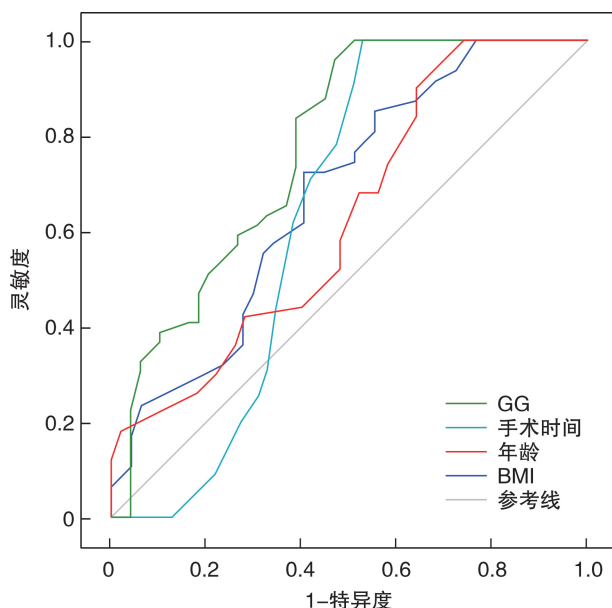


图 1 GG 预测老年下肢骨折患者围术期输血的 ROC 曲线

本研究通过单因素、多因素 logistic 回归分析后,结果显示:年龄、BMI、手术时间、Hb、GG 是老年下肢骨折患者围术期输血的重要影响因素。既往研究指出,年龄越大,患者的造血功能越差,机体的整体代谢水平和抵抗力则会进一步降低,对手术应激的代偿能力也较差,导致患者容易在手术过程中出现急性失血症状,需要进行围术期输血^[15-16]。有研究发现,低 BMI 人群常存在营养不良、手术耐受性差等情况,进而增加对围术期输血的需求^[17-18]。手术时间是骨折患者围术期输血的重要影响因素^[19],长时间的手术会导致机体处于较长时间的应激状态,使得机体的代偿能力受到一定程度的衰减,进一步增加输血需求。术前 Hb 水平较低,提示机体的氧供应能力较低,容易导致组织缺氧和功能障碍,使患者在手术过程中需要较多的输血以维持血液的氧合和血流动力学的稳定^[20]。

近年来大量研究指出,SIH 与患者围术期输血需求存在密切关联。SIH 会造成机体内分泌系统的紊乱,导致血糖升高、胰岛素抵抗等,进而影响血液循环动力学、血流变性和血小板功能,使得围手术期输血需求大大增加^[21-22];同时高血糖状态还会导致机体的代偿能力下降,增加术后并发症的风险。既往研究多采用单一血糖水平以评价 SIH,但存在真实性和准确率较低等不足之处^[23],GG 作为一种新的 SIH 临床指标,不但纠正了基线血糖的干扰,还量化了机体急性应激状态下慢性血糖相对升高的程度,与多种疾病的预后存在密切关联^[24-25]。本研究结果中,GG 是老年下肢骨折患者围术期输血的重要影响因素。通过进一步的 ROC 分析结果中,GG 预测老年下肢骨折患者围术期输血的 AUC 为 0.774,表明 GG 预测老年下肢骨折

患者围术期输血具有良好的效能,可作为一种临床预测患者输血需求的新指标,这说明 GG 能够有效地预测老年下肢骨折患者围术期输血的需求,为临床医生提供了重要的参考信息,有助于减少不必要的输血和提高患者康复速度。

综上所述,GG 预测老年下肢骨折患者围术期输血具有良好的效能,且具有容易获取、计算简单等优势,可为临床鉴别高输血人群提供参考依据,有助于临床医生可以更好地了解患者手术前后的输血需求,从而更有效地管理用血量,有助于节约用血并降低手术风险。本研究为单中心研究,存在一定的局限性,样本量较小,今后将进一步扩大样本量,分析 GG 对其他手术患者围术期输血的指导意义。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Donohoe E, Roberts HJ, Miclau T, et al. Management of lower extremity fractures in the elderly: a focus on post-operative rehabilitation[J]. *Injury*, 2020, 51(Suppl 2): S118-S122.
- [2] Fadhel WB, Taieb L, Villain B, et al. Outcomes after primary ankle arthrodesis in recent fractures of the distal end of the tibia in the elderly: a systematic review[J]. *Int Orthop*, 2022, 46(6): 1405-1412.
- [3] Kaur G, Selhi HS, Delmotra NJ, et al. Tranexamic acid and reduction of blood transfusion in lower limb trauma surgery: a randomized controlled study[J]. *SI-COT J*, 2021, 7: 53.
- [4] Xu LL, Shen JJ, Sun JL, et al. The effects of leukocyte filtration on cell salvaged autologous blood transfusion on lung function and lung inflammatory and oxidative stress reactions in elderly patients undergoing lumbar spinal surgery[J]. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2019, 31(1): 36-42.
- [5] Scheen M, Giraud R, Bendjelid K. Stress hyperglycemia, cardiac glucotoxicity, and critically ill patient outcomes: current clinical and pathophysiological evidence[J]. *Physiol Rep*, 2021, 9(2): e14713.
- [6] Roberts G, Sires J, Chen A, et al. A comparison of the stress hyperglycemia ratio, glycemic gap, and glucose to assess the impact of stress-induced hyperglycemia on ischemic stroke outcome[J]. *J Diabetes*, 2021, 13(12): 1034-1042.
- [7] 董航, 谢秀巧, 黄雪原, 等. 患者血液管理国际专家共识(2018年)的主要推荐及其启示[J]. *中国输血杂志*, 2019, 32(12): 1292-1298.
- [8] Nathan DM, Kuenen J, Borg R, et al. Translating the A1C assay into estimated average glucose values[J]. *Diabetes Care*, 2008, 31(8): 1473-1478.
- [9] Bennett KJ, Millar SC, Frayssé F, et al. Postoperative lower limb joint kinematics following tibial plateau fracture: a 2-year longitudinal study[J]. *Gait Posture*, 2021, 83: 20-25.

- [10] Lancaster P, Kocialkowski C, Pearce O, et al. Open lower limb fractures in the elderly[J]. *Injury*, 2022, 53(6):2268-2273.
- [11] Abdallah R, Rai H, Panch SR. Transfusion reactions and adverse events[J]. *Clin Lab Med*, 2021, 41(4):669-696.
- [12] 刘潺, 陈杰, 闫保娟, 等. 未成年人脊柱侧凸后路矫形术中异体输血的危险因素分析[J]. *临床血液学杂志*, 2023, 36(10):723-727.
- [13] Mowla SJ, Kracalik IT, Sapiano MRP, et al. A comparison of transfusion-related adverse reactions among apheresis platelets, whole blood-derived platelets, and platelets subjected to pathogen reduction technology as reported to the national healthcare safety network hemovigilance module[J]. *Transfus Med Rev*, 2021, 35(2):78-84.
- [14] 阴瑞兰, 魏希建, 王小霞, 等. 术前贫血对急性颅脑损伤手术中输血患者的影响[J]. *临床血液学杂志*, 2023, 36(4):288-291, 294.
- [15] Luo XP, He SQ, Li ZA, et al. Quantification and influencing factors of perioperative hidden blood loss during intramedullary fixation for intertrochanteric fractures in the elderly[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140(10):1339-1348.
- [16] 郝泽宇, 孙建涛, 刘明辉, 等. 老年股骨近端防旋髓内钉治疗围手术期输血需求的相关因素分析[J]. *滨州医学院学报*, 2023, 46(2):112-116.
- [17] Erben HC, Hess F, Welter J, et al. Perioperative blood transfusions in hip and knee arthroplasty: a retrospective assessment of combined risk factors[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2022, 142(8):1817-1822.
- [18] 王卓, 刘序强, 陈延朕, 等. 老年股骨转子间骨折患者术后输血的相关因素[J]. *中国矫形外科杂志*, 2024, 32(2):104-108.
- [19] Ștefan M, Lupu AR, Andrei Ș, et al. Perioperative trajectory of haemoglobin, predictors of blood transfusion and tailoring targets for patient blood management interventions: a single-centre, retrospective study of Non-emergent cardiac surgery patients[J]. *Rom J Anaesth Intensive Care*, 2021, 28(2):47-56.
- [20] 张忠印, 崔海东, 乔泽星, 等. 老年髌骨骨折围术期异体红细胞输血预测的列线图模型构建[J]. *中国老年学杂志*, 2022, 42(24):5986-5990.
- [21] Moorthy V, Sim MA, Liu WL, et al. Risk factors and impact of postoperative hyperglycemia in nondiabetic patients after cardiac surgery: a prospective study[J]. *Medicine*, 2019, 98(23):e15911.
- [22] El-Menyar A, Asim M, Mir F, et al. Patterns and effects of admission hyperglycemia and inflammatory response in trauma patients: a prospective clinical study[J]. *World J Surg*, 2021, 45(9):2670-2681.
- [23] Wang CY, Wang WJ, Li GS, et al. Prognostic value of glycemic gap in patients with spontaneous intracerebral hemorrhage[J]. *Eur J Neurol*, 2022, 29(9):2725-2733.
- [24] Wu S, Yang YM, Zhu J, et al. Impact of glycemic gap on 30-day adverse outcomes in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *Atherosclerosis*, 2022, 360:34-41.
- [25] Zarean E, Lattanzi S, Looha MA, et al. Glycemic gap predicts in-hospital mortality in diabetic patients with intracerebral hemorrhage[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2021, 30(5):105669.

(收稿日期:2024-04-01)

(上接第 719 页)

- [17] 赵娜, 王松云, 赖建秀, 等. 赣州地区献血者 Rh 血型分布统计和分析[J]. *江西医药*, 2021, 56(7):1084-1086.
- [18] 赵桐茂. Rh 基因型匹配输血研究进展[J]. *精准医学杂志*, 2019, 34(4):283-286, 301.
- [19] 李莺, 朱永亮, 许进明, 等. Rh 血型主要抗原配合性输血的可行性研究及效果分析[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2022, 42(9):1305-1308.
- [20] 张利, 杨红军, 彭涛, 等. Rh 抗原配型输血的临床应用分析[J]. *临床血液学杂志*, 2022, 35(10):695-699.
- [21] 何燕京, 王秋实, 白英哲. 534 例 Rh 血型系统同种抗体回顾性分析[J]. *中国输血杂志*, 2017, 30(3):285-288.
- [22] 井忠翠, 葛东梅, 郭明贞, 等. Rh 抗原分型和抗体筛选对临床输血安全的意义[J]. *临床血液学杂志*, 2024, 37(2):132-134.

(收稿日期:2023-12-05 修回日期:2024-04-24)