· 论著 ·

骨科输血策略及红细胞输注阈值的回顾性研究

刘子涓[1,2]　何流[3,4]　胡雨薇[3,4]　余云红[2]　李玲[1,2]

(1. 安徽医科大学公共卫生学院,安徽 合肥 230000;2. 成都市第三人民医院 输血科,四川 成都 610031;3. 中国医学科学院 北京协和医学院 输血研究所,四川 成都 610052;4. 中国医学科学院输血不良反应研究重点实验室,四川 成都 610052)

摘要:目的　通过回顾性分析骨科手术患者输血现状,并对比不同输血阈值下患者的预后情况,评估限制性输血策略在骨科人群中的应用价值。**方法**　回顾性收集 2015—2020 年成都市第三人民医院接受骨科手术并输血的患者临床资料进行描述分析;同时选取输血前 Hb 阈值为 70~79 g/L 组(n=92)与 80~89 g/L 组(n=120)患者资料进行对比分析,比较两组术后血液学指标、功能恢复、输血剂量及不良事件相关指标。**结果**　接受骨科手术并进行输血治疗的患者高龄女性占比较高;骨科不同手术类型患者输血需求不同,红细胞输注量差异显著(P<0.001),其中关节置换翻修术与脊柱手术中位数较高(3.5~3.0 U)。亚组分析显示,70~79 g/L 组术后 D-二聚体水平和肌酐水平显著高于 80~89 g/L 组(Z=-2.035,P=0.042;Z=-2.523,P=0.012)。70~79 g/L 组输血前疼痛评估量表评分显著高于 80~89 g/L 组(Z=-2.828,P=0.005),但两组输血后疼痛评分比较差异无统计学意义(P>0.05)。**结论**　本研究未观察到两种不同输血阈值下患者术后不良事件、功能恢复及输血剂量相关指标存在明显差异,可为后续骨科围术期限制性输血策略的安全性与适用性研究提供临床数据参考。

关键词:骨科手术;围术期输血;限制性输血;红细胞输注阈值

中图分类号:R457.1　R687　　**文献标识码:**A　　**文章编号:**1004-549X(2026)7-0874-07

DOI:10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2026.07.009

Retrospective study on transfusion strategies and red blood cell transfusion thresholds in orthopedic surgery

Liu Zijuan[1,2], *He Liu*[3,4], *Hu Yuwei*[3,4], *Yu Yunhong*[2], *Li Ling*[1,2].

1. *School of Public Health*, *Anhui Medical University*, *Hefei* 230000, *China*; 2. *Department of Blood Transfusion*, *The Third People's Hospital of Chengdu*, *Chengdu* 610031, *China*; 3. *Institute of Blood Transfusion*, *Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College*, *Chengdu* 610052, *China*; 4. *Key Laboratory of Adverse Transfusion Reactions*, *Chinese Academy of Medical Sciences*, *Chengdu* 610052, *China*.

Corresponding author: *LI Ling*, *Email*: 553284722@qq.com

Abstract: Objective　To evaluate the clinical value of a restrictive red blood cell transfusion strategy in orthopedic patients by retrospectively analyzing the current transfusion practices and comparing postoperative outcomes across different transfusion thresholds. **Methods**　Clinical data of patients who underwent orthopedic surgery and received blood transfusions at a single hospital from 2015 to 2020 were retrospectively collected for descriptive analysis. Patients were then stratified into two groups based on pre-transfusion hemoglobin (Hb) thresholds: 70-79 g/L group (n = 92) and 80-89 g/L group (n = 120), and their data were compared in terms of postoperative hematological parameters, functional recovery, transfusion volume, and adverse events. **Results**　Among patients receiving orthopedic surgery and transfusion, elderly females accounted for a relatively high proportion. Transfusion requirements varied significantly across different surgical types, with marked differences in red blood cell transfusion volumes (P<0.001). Revision arthroplasty and spinal surgery had higher median volumes (3.5-3.0 U). Subgroup analysis revealed that the 70-79 g/L group had significantly higher postoperative D-dimer and creatinine levels than the 80-89 g/L group (Z=-2.035, P=0.042; Z=-2.523, P=0.012). The pre-transfusion pain score was also significantly higher in the 70-79 g/L group (Z=-2.828, P=0.005), but no significant difference was observed in post-transfusion pain scores between the two groups (P>0.05). **Conclusion**　This study did not observe significant differences in postoperative adverse events, functional recovery, or transfusion volume-related indicators

基金项目:成都市科技局成果转化示范项目(2024-YF09-00052-SN);成都市医学科研课题(2024058)

第一作者简介:刘子涓(1996-),女,硕士,Email:2345010597@stu.ahmu.edu.cn;**通信作者:**李玲,Email:553284722@qq.com

between the two transfusion thresholds. These findings provide clinical reference data for future studies on the safety and applicability of restrictive transfusion strategies in the orthopedic perioperative setting.

Key words: orthopedic surgery; perioperative transfusion; restrictive transfusion; red blood cell transfusion threshold

长期以来,输血医学的发展始终围绕血液供给、输血安全与临床疗效三大核心不断发展。骨科手术创伤范围大、失血量高、术后隐性失血显著[1],异体输血率长期处于较高水平,而输血率与输血不良反应发生率呈正相关,输血率高意味着更多患者暴露在异体血输注的风险中[2]。目前,针对骨科手术患者最适宜的输血阈值并没有统一标准,经验性或预防性输血仍较普遍。关于输血阈值“限制性”与“开放性”策略争论已久。围绕输血阈值的选择,全球范围内已开展了数十年的争论与研究。传统的“开放性输血”策略多以血红蛋白 100 g/L 为界,近年来,限制性输血策略逐渐成为主流。2023 年血液与生物治疗促进协会(Association for the Advancement of Blood & Biotherapies,AABB)发布的国际红细胞输注指南明确指出,对于病情稳定的成年住院患者,应优先采用限制性输血策略,进一步确立了该策略的循证医学地位[3]。同时,最新的系统评价与 Meta 分析也显示,限制性输血策略不会增加术后死亡与血栓事件的发生风险,在骨科人群中适用性良好[4-5]。本研究通过回顾性分析某三甲医院 5 年的骨科患者输血数据,并比较 70~79 g/L 与 80~89 g/L 两种输血阈值患者的结局,为骨科限制性输血最佳阈值提供依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究为回顾性病例分析,纳入 2015—2020 年在成都市第三人民医院行骨科手术且围术期接受输血治疗的患者资料。通过医院电子病历系统提取病例资料。本研究流程图见图 1。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准:年龄≥18 岁;行骨科手术;住院期间接受输血治疗。排除标准:本研究排除既往输血史、缺血性脑卒中、急性出血、急性冠状动脉综合征、妊娠的患者,及术中严重血流动力学不稳定(使用血管活性药物、收缩压<90 mmHg)患者。

亚组对比分析对象筛选:从上述人群中,依据输血前 24 h 血红蛋白值,将处于 70~79 g/L 者纳入限制组,80~89 g/L 者纳入对照组。排除输血前血红蛋白<70 g/L(已有强烈输注指征)及≥90 g/L(多为宽松或无明确指征输注)的患者,以使研究聚焦于临床决策争议最大的阈值区间。

1.3 方法

通过医院电子病历系统进行患者病历资料的收集,确保数据的完整性和准确性。包括基本资料、手术及输血相关资料、实验室检查等。基本资料包括:性别、年龄、手术史、输血史、药物过敏史及既往病史如高血压、糖尿病等。手术及输血相关资料包括手术类型、红细胞输注量、输血前后症状体征。实验室检查包括输血前血红蛋白、输血前后 C 反应蛋白、D-二聚体、白蛋白、肌酐、凝血功能等。

功能及风险评估(日常生活能力评分(Barthel 指数),可以评估患者日常生活自理能力,分值范围为 0~100 分,得分越高,表示患者日常生活自理能力越强。疼痛评估量表采用视觉模拟评分法(Visual Analogue Scale, VAS),分值范围为 0~10 分,0 分表示无痛,10 分表示最剧烈疼痛,得分越高提示患者疼痛程度越严重[6]。静脉血栓栓塞风险评估采用 Caprini 风险评估模型,根据患者年龄、手术类型、合并症等因素进行赋值评分,按总分将患者分为低危(0~1 分)、中危(2 分)、高危(3~4 分)、极高危(≥5 分)四个等级,得分越高提示 VTE 发生风险越高。所有评估均规定时间窗:输血前指标为输血前 24 小时内数据;术后血液及功能指标为输血后 24~48 小时及出院时数据;不良事件统计住院期间发生情况。所有数据的录入和校对均由经过培训的专业人员完成。同时,建立严格的数据安全制度,确保患者隐私和数据安全。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 25.0 软件对数据进行统计分析。计量资料采用 Kolmogorov-Smirnov 进行正态性检验,呈正态分布用均数±标准差表示($\bar{x}\pm s$),两组组间比较采用独立样本 t 检验,呈非正态分布用中位数(下四分位数,上四分位数)表示 $M(P_{25},P_{75})$,多组间比较采用 Kruskal-Wallis H 秩和检验,两两比较采用 *Bonferroni* 法校正,两组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料用百分率(%)表示,组间比较采用卡方检验或 Fisher 精确检验。所有统计检验均为双侧检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学

意义。

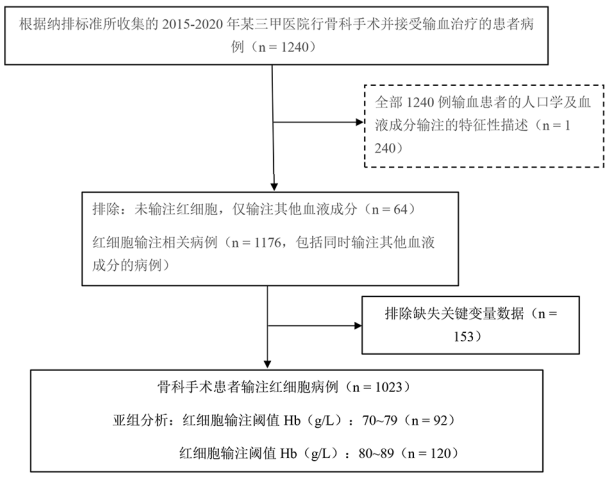


图 1　2015-2020 年该三甲医院骨科手术输血患者,输注红细胞相关病例分析流程图

Figure 1　Flow chart of inclusion and exclusion of red blood cell transfusion-related cases in orthopedic surgical patients at a tertiary Grade A hospital in Chengdu from 2015 to 2020

1.5　缺失数据处理

本研究采用完全病例分析,即纳入分析的病例均需具备关键变量(输血前后 Hb 值)的完整数据。若缺失比例>5%(如血型“不详”达 20.6%),应考虑多重插补法作为敏感性分析的补充。

2　结果

2.1　2015—2020 年该医院骨科围术期输血治疗患者的人口学特征

本研究纳入 1 240 例骨科输血患者,其中女性 832 例(67.1%),男性 408 例(32.9%);年龄分层中≤30 岁者 310 例,占比最高(25.0%),其次为≥80 岁 262 例(21.1%)和 70~79 岁 220 例(17.7%)。血型分布以 O 型为主,共 352 例(28.4%),A 型 277 例(22.3%),B 型为 276 例(22.3%),AB 型 83 例(6.7%)占比最低;RhD 阳性 956 例,占比 77.1%,RhD 阴性 4 例,仅占 0.3%。基础疾病方面,高血压患者 35 例(2.8%),冠心病 6 例(0.5%),糖尿病 11 例(0.9%),有过敏史者 10 例(0.8%),输血史者 33 例(2.7%),见表 1。

2.2　骨科不同手术类型患者的红细胞输注量的比较分析

不同骨科手术类型患者的红细胞输注量分布存在差异($H=42.065$,$P<0.001$)。关节置换翻修术及“其他”术式的红细胞输注中位数均为 3.5 U,接受关节置换翻修术的患者中 50%的患者红细胞输注量低于 3.5 U,脊柱手术与四肢创伤骨科手术的红细胞输注中位数均为 3.0 U;髋关节置换、膝关节置换、关节镜及骨盆骨折四类手术患者的红细胞输注量中位数均为 2 U。髋关节置换、其他关节置换的红细胞输注量与脊柱手术组间比较差异有统计学意义($^aP < 0.05$),见表 2。

表 1　2015-2020 年该医院骨科输血患者人口学特征

Table 1　Demographic characteristics of orthopedic patients receiving blood transfusion at a tertiary hospital, 2015-2020

指标	冷沉淀	血小板	红细胞	血浆	合计
性别(*n*,%)					
男	13(3.2)	10(2.5)	379(92.9)	146(35.8)	408(32.9)
女	27(3.2)	24(2.9)	797(95.8)	246(29.6)	832(67.1)
血型					
A	8(2.9)	4(1.4)	262(94.6)	90(32.5)	277(22.3)
B	12(4.3)	11(4.0)	261(94.6)	108(39.1)	276(22.3)
O	11(3.1)	9(2.6)	335(95.2)	119(33.8)	352(28.4)
AB	6(7.2)	6(7.2)	75(90.4)	33(39.8)	83(6.7)
不详	3(1.2)	4(1.6)	243(96.4)	42(16.7)	252(20.3)
RhD 血型					
阴性	0(0.0)	0(0.0)	4(100.0)	1(25.0)	4(0.3)
阳性	36(3.8)	29(3.0)	902(94.4)	343(35.9)	956(77.1)
不详	4(1.4)	5(1.8)	270(96.4)	48(17.1)	280(22.6)
年龄分层					
≤30 岁	22(7.1)	9(2.9)	278(89.7)	216(69.7)	310(25.0)
30-39 岁	10(9.4)	6(5.7)	95(89.6)	73(68.9)	106(8.5)
40-49 岁	0(0.0)	0(0.0)	67(95.7)	21(30.0)	70(5.6)
50-59 岁	4(4.0)	4(4.0)	96(96.0)	21(21.0)	100(8.1)
60-69 岁	3(1.7)	4(2.3)	166(96.5)	30(17.4)	172(13.9)
70-79 岁	1(0.5)	7(3.2)	216(98.2)	21(9.5)	220(17.7)
≥80 岁	0(0.0)	4(1.5)	258(98.5)	10(3.8)	262(21.1)
高血压					
否	40(3.3)	32(2.7)	1 143(94.9)	386(32.0)	1 205(97.2)
是	0(0.0)	2(5.7)	33(94.3)	6(17.1)	35(2.8)
冠心病					
否	40(3.2)	34(2.8)	1 171(94.9)	388(31.4)	1 234(99.5)
是	0(0.0)	0(0.0)	5(83.3)	4(66.7)	6(0.5)
糖尿病					
否	40(3.3)	34(2.8)	1 166(94.9)	389(31.7)	1 229(99.1)
是	0(0.0)	0(0.0)	10(90.9)	3(27.3)	11(0.9)
过敏史					
否	40(3.3)	33(2.7)	1 167(94.9)	391(31.8)	1 230(99.2)
是	0(0.0)	1(10.0)	9(90.0)	1(10.0)	10(0.8)
输血史					
否	35(2.9)	34(2.8)	1 145(94.5)	369(30.6)	1 207(97.3)
是	5(15.2)	0(0.0)	31(93.9)	23(69.7)	33(2.7)
合计	40(3.2)	34(2.7)	1 176(94.8)	392(31.6)	1 240

注:计算百分比时,由于存在四舍五入的情况,部分数据加和可能不等于 100%。

表 2 骨科不同手术类型输注红细胞量的输血情况分布表

Table 2 Distribution of red blood cell transfusion volume in different types of orthopedic surgeries

手术类型	红细胞量(U)
关节镜	2(1.50,2.75)
脊柱	3(2.00,5.00)
髋关节置换	2(2.00,2.25)[a]
膝关节置换	2(1.50,2.25)
骨盆骨折	2(2.00,3.13)
关节置换翻修	3.5(2.75,4.63)
其他关节置换	2(1.50,2.00)[a]
四肢创伤骨科	3(2.00,4.75)
其他	3.5(2.25,4.00)
H 值	42.065
P 值	< 0.001

*:与脊柱比较,[a]*P*<0.05。其他关节置换手术类型为:除髋、膝关节置换外的大关节置换,其他手术类型为本研究未单独列出的骨科手术类型。

2.3 血红蛋白浓度水平在 70~79 g/L 与 80~89 g/L 的两组患者红细胞输注后疗效分析

2.3.1 血红蛋白浓度水平在 70~79 g/L 与 80~89 g/L 的两组患者的基线资料

对输注红细胞前血红蛋白浓度水平<90 g/L 的患者进行亚组分析,分为 70~79 g/L 组及 80~89 g/L 组,两组在年龄、性别、输血治疗前的血常规、炎症指标、肝功能、凝血功能等生化指标在内的基线特征上均衡可比,差异无统计学意义(*P*>0.05),具有可比性。见表 3。

表 3 70~79 g/L 组与 80~89 g/L 组患者输血前基线资料

Table 3 Baseline pre-transfusion data of patients in the 70-79 g/L and 80-89 g/L groups

指标	70~79 组(*n*=92)	80~89 组(*n*=120)	χ^2/Z 值	*P* 值
年龄	79.00(63.00,85.50)	74.00(58.00,83.00)	1.770	0.077[c]
性别(*n*,%)			2.254	0.133[a]
男	30.00(32.60)	28.00(23.30)		
女	62.00(67.40)	92.00(76.70)		
血型(*n*,%)				0.865[b]
A	15.00(20.00)	19.00(18.60)		
B	19.00(25.30)	28.00(27.50)		
O	24.00(32.00)	34.00(33.30)		
AB	6.00(8.00)	9.00(8.80)		
不详*	9.00(12.00)	5.00(4.90)		
RhD(*n*,%)				0.688[b]
阳性	61.00(88.40)	87.00(90.60)		
阴性	1.00(1.40)	0.00(0.00)		
不详	7.00(10.10)	9.00(9.40)		
白细胞计数	7.80(6.36,9.85)	8.50(6.68,10.56)	−1.629	0.103[c]
中性粒细胞计数(N)	6.36(4.62,7.96)	6.81(5.18,9.13)	−1.645	0.100[c]
淋巴细胞计数(L)	0.90(0.59,1.29)	0.90(0.61,1.22)	−0.070	0.944[c]
单核细胞计数(M)	0.52(0.36,0.66)	0.55(0.41,0.71)	−0.552	0.581[c]
白蛋白(ALB)	30.05(27.50,34.35)	29.00(25.80,32.20)	1.729	0.084[c]
血小板计数(PLT)	165.50(114.50,229.00)	157.00(108.75,230.50)	0.419	0.675[c]
平均血小板体积(MPV)	10.80(9.30,11.95)	10.50(9.50,12.00)	−0.195	0.845[c]
血小板比容	0.18(0.13,0.22)	0.17(0.12,0.23)	0.420	0.675[c]
铁(Fe)	4.86(3.41,6.72)	5.26(2.78,7.87)	−0.448	0.653[c]
C-反应蛋白(CRP)	64.28(31.68,87.80)	48.89(18.87,87.03)	1.411	0.158[c]
肌酐(Crea)	60.25(50.70,75.80)	58.80(49.55,71.50)	0.908	0.364[c]
丙氨酸氨基转移酶(ALT)	18.80(10.85,28.80)	20.75(12.38,30.12)	−0.556	0.578[c]
天门冬氨酸氨基转移酶(AST)	21.20(17.98,30.12)	23.70(18.90,33.08)	−1.466	0.142[c]
间接胆红素(IBIL)	10.36(7.28,14.37)	10.50(7.22,13.37)	−0.167	0.867[c]
总胆红素(TBIL)	15.43(11.80,22.20)	14.86(11.41,20.85)	0.807	0.420[c]
直接胆红素(DBIL)	4.08(2.79,6.96)	3.78(1.61,6.29)	1.480	0.139[c]
凝血酶原时间(PT)	13.50(12.80,14.85)	13.40(12.57,14.40)	0.905	0.366[c]
凝血酶原国际标准化比值(PT-INR)	1.06(0.99,1.18)	1.04(0.96,1.16)	1.325	0.185[c]
凝血酶时间(TT)	14.55(12.35,15.50)	14.70(13.70,15.70)	−1.052	0.293[c]
活化部分凝血活酶时间(APTT)	40.20(35.95,44.40)	38.60(34.83,40.70)	−1.717	0.086[c]
纤维蛋白原(Fbg)	4.69(3.51,5.78)	4.15(2.80,5.21)	−1.910	0.057[c]
纤维蛋白原降解产物(FDP)	13.00(8.94,16.25)	14.29(8.99,24.60)	−1.660	0.097[c]
D-二聚体(D-Dimer)	7.02(3.94,1017.82)	6.57(3.71,164.79)	0.329	0.742[c]

注:a:为分类变量;b:期望频数<5,采用 Fisher 精确检验;c:为连续变量。血型"不详*"信息缺失可能源于病历系统迁移,但缺失比例在两组间均衡(Fisher 精确检验 P=0.865),对组间影响有限。

2.3.2 血红蛋白浓度水平在 70~79 g/L 与 80~89 g/L 的两组患者红细胞输注后血液学检查指标的比较分析

70~79 g/L 组输注红细胞后的血液学检查显示:D-二聚体、肌酐水平显著高于 80~89 g/L 组,差异有统计学意义(Z =−2.035、−2.523,*P*=0.042、0.012);两组在 C-反应蛋白、白蛋白、凝血功能指标、术后血红蛋白等血液指标比较,差异均无统计学意义(*P*>0.05),见表 4。

表 4　血红蛋白浓度水平在 70~79 g/L 与 80~89 g/L 的两组患者红细胞输注后血液学检查指标的比较分析

Table 4　Comparative analysis of hematological parameters after red blood cell transfusion between patients in the 70－79 g/L and 80－89 g/L hemoglobin concentration groups

指标	70~79 组（n=92）	80~89 组（n=120）	Z 值	P 值
C-反应蛋白	53.60（21.43,101.70）	68.40（40.67,93.25）	−1.404	0.160
D-二聚体	8.49（3.77,1087.18）	5.52（2.55,14.57）	−2.035	0.042
白蛋白	31.60（28.20,34.70）	31.85（29.20,35.53）	−0.439	0.660
白细胞计数	7.87（6.04,9.66）	8.24（6.13,10.08）	−0.838	0.402
活化部分凝血活酶时间	40.05（36.45,44.40）	39.30（35.00,44.30）	−1.029	0.303
肌酐	57.10（49.60,70.40）	52.45（43.48,67.85）	−2.523	0.012
凝血酶时间	14.80（12.88,15.70）	14.80（13.75,15.45）	−0.279	0.780
凝血酶原国际标准化比值	1.05（0.99,1.12）	1.06（0.99,1.14）	−0.613	0.540
凝血酶原时间	13.35（12.80,14.28）	13.60（12.90,14.53）	−0.861	0.389
纤维蛋白原	4.77（3.52,5.88）	4.82（3.67,5.74）	−0.583	0.560
血红蛋白	93.00（86.00,101.00）	92.00（85.25,101.75）	−0.209	0.834
中性粒细胞计数	6.01（4.17,7.86）	6.36（4.63,8.15）	−0.779	0.436

2.3.3　血红蛋白浓度水平在 70~79 g/L 与 80~89 g/L 的两组患者红细胞输注后功能恢复相关预后分析

输注红细胞前血红蛋白浓度水平为 70~79 g/L 组患者的输血前疼痛基线评分显著高于 80~89 g/L 组（Z=−2.828，P=0.005），差异有统计学意义，但两组术后疼痛评分比较无显著差异（P>0.05）；两组输血前、后日常生活能力评分，输血前、后 VTE 风险评分比较，差异均无统计学意义（P>0.05），见表 5。

2.3.4　血红蛋白浓度水平在 70~79 g/L 与 80~89 g/L 的两组患者红细胞输注量的统计分析

两组患者红细胞输注量比较结果显示，在血红蛋白浓度水平为 70~79 g/L 组与 80~89 g/L 组间比较，差异无统计学意义（Z=−1.586，P=0.113），见表 6。

3　讨论

骨科围术期输血以红细胞成分为最主要输注类型[7-8]，核心输血目标为纠正机体氧供、恢复血红蛋白携氧能力[9]。血浆输注次之，与目前“纠正贫血”、“控制失血”的输血治疗策略一致[10]。

表 5　血红蛋白浓度水平在 70~79 g/L 与 80~89 g/L 的两组患者红细胞输注后功能恢复相关预后分析

Table 5　Prognostic analysis of functional recovery after red blood cell transfusion in patients with hemoglobin concentration levels of 70−79 g/L and 80−89 g/L

功能恢复指标	70~79 g/L 组（n=92）	80~89 g/L 组（n=120）	Z 值	P 值
输血前日常生活能力评分	45.00（35.00,50.00）	45.00（40.00,55.00）	−1.712	0.083
输血后日常生活能力评分	65.00（63.75,75.00）	67.50（60.00,75.00）	−0.143	0.885
输血前疼痛评估量表评分	3.00（3.00,3.00）	2.00（2.00,2.00）	−2.828	0.005
输血后疼痛评估量表评分	2.00（2.00,2.00）	2.00（2.00,2.00）	−1.414	0.157
输血前静脉血栓栓塞风险评估表评分	5.00（4.00,5.00）	5.50（5.00,6.00）	−0.500	0.617
输血后静脉血栓栓塞风险评估表评分	2.00（1.00,2.00）	4.00（1.50,5.50）	−0.986	0.324

表 6　血红蛋白浓度水平在 70~79 g/L 与 80~89 g/L 的两组患者红细胞输注量的统计分析

Table 6　Statistical analysis of red blood cell transfusion volume in patients with hemoglobin concentration levels of 70−79 g/L and 80−89 g/L

血红蛋白阈值（g/L）	70~79 组（n=92）	80~89 组（n=120）	Z 值	P 值
红细胞输注量（U）	4.00（2.00,6.00）	3.50（2.00,5.50）	−1.586	0.113

骨科手术类型多样，本研究通过 Kruskal-Wallis$H$ 检验提示，不同骨科手术类型的红细胞输注量分布存在显著差异（H=42.065，P<0.001），提示手术类型是决定骨科输血策略的核心影响因素之一。从输血需求分层来看，关节置换翻修、其他复杂骨科手术、脊柱手术及四肢创伤骨科的红细胞输注中位数较高（3.0~3.5 U），这类手术多伴随手术时间长、创面大、出血风险高等特点，是临床血液管理的重点干预对象[11]。脊柱类手术不仅红细胞输注量更高，上四分位数高达 5U，即个体差异更显著，提示临床需在手术类型分层基础上，结合患者年龄、合并症、术中出血量等个体特征制定更精细化的输血决策；而低输血需求手术类型如初次关节置换，输血需求更稳定，可通过标准化血液管理路径进一步优化用血效率[12]。

目前，基于临床医生担忧低阈值输血伴随术后贫血加重，影响创面愈合与肢体功能恢复，尤其对

合并基础疾病的患者,担心贫血诱发相关并发症[13],倾向于通过非限制性输血提前预防贫血,为术后可能的渗血预留缓冲空间,输血阈值普遍偏高,显著增加了异体血液输注率与输血不良反应发生率,不利于围手术期安全管理[4,13]。

本研究发现 70~79 g/L 组红细胞输注阈值下,患者术后整体预后情况与 80~89 g/L 组无显著差异。支持了限制性输血在骨科低风险患者中应用的安全性,与既往系统综述及 Meta 分析结果一致,且后者表明限制性输血策略可使红细胞输注风险降低 42%,且 30 天死亡率与开放性策略无显著差异[4,14]。但尽管两组基线特征均衡,仍可能存在未测量的混杂因素,如术中失血量、输液量、使用抗凝药物等,有待前瞻性研究中进一步探讨。

本研究中 70~79 g/L 组患者术后 D-二聚体水平与肌酐水平显著高于 80~89 g/L 组($P < 0.05$)。仅提示输血前 Hb 处于 70~79 g/L 的骨科患者,围手术期整体凝血激活程度及血栓负荷更高,血栓发生风险相对升高,在选择限制性输血阈值时,需评估患者器官功能储备与血栓风险,对已存在肾功能不全或高凝状态者,应结合血流动力学及组织氧合等指标个体化决策[15-16]。2025 年一项骨科手术 Meta 分析显示,限制性输血策略虽降低了输血率,但与心血管事件风险升高相关,需在合并心血管疾病患者中谨慎应用[17]。对于急性心肌梗死患者,限制性输血策略可能与患者死亡率增加相关[18]。髋部手术合并冠心病患者采用宽松输血策略虽未能改善治疗结局,但可能利于降低心肌梗死事件发生率[19-20]。

输血剂量方面,本研究两组患者红细胞输注量分别为 4.00(2.00~6.00)U 和 3.50(2.00~5.50)U,差异无统计学意义($Z=-1.586$,$P=0.113$)。这表明将输血阈值控制在 70~79 g/L 并不会因血红蛋白水平略低而被迫增加输血量,为限制性输血在骨科围术期的可行性提供了直接依据;

本研究的局限性在于单中心回顾性设计,未来需开展多中心前瞻性研究,纳入更多客观因素,以明确骨科亚人群最佳输血阈值,完善以患者为中心的血液管理方案。

利益冲突说明/Conflict of Interests

所有作者均声明不存在利益冲突。

伦理批准及知情同意/Ethics Approval and Patient Consent

本研究通过成都市第三人民医院伦理委员会批准(伦理号:2026-S-36)并豁免知情同意权。

作者贡献/Authors' Contribution

刘子涓:文章撰写、数据统计、统计分析、文章修改;何流:收集数据、审核数据、资料查找;胡雨薇:文献检索、审核数据;余云红:数据初步统计;李玲:研究设计、技术指导、写作指导、文章修改。

[参考文献]

[1] 陈宇业,吕红,李倩,等. 红细胞输注指征的研究现状与进展[J]. 中国输血杂志,2024,37(2):238-243.
CHEN Y Y, LYU H, LI Q, et al. The present situation and advance of red blood cell transfusion triggers [J]. Chin J Blood Transfusion, 2024, 37(2):238-243.

[2] American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Blood Management. Practice guidelines for perioperative blood management:an updated report by the American society of anesthesiologists task force on perioperative blood management[J]. Anesthesiology, 2015, 122(2):241-275.

[3] CARSON J L, STANWORTH S J, GUYATT G, et al. Red blood cell transfusion: 2023 AABB international guidelines[J]. JAMA, 2023, 330(19):1892-1902.

[4] CARSON J L, STANWORTH S J, DENNIS J A, et al. Transfusion thresholds and other strategies for guiding red blood cell transfusion[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2025, 10(10):CD002042.

[5] GU W J, GU X P, WU X D, et al. Restrictive versus liberal strategy for red blood-cell transfusion:a systematic review and meta-analysis in orthopaedic patients[J]. J Bone Joint Surg Am, 2018, 100(8):686-695.

[6] HAWKER G A, MIAN S, KENDZERSKA T, et al. Measures of adult pain:visual analog scale for pain(VAS pain), numeric rating scale for pain (NRS pain), McGill pain questionnaire (MPQ), short-form McGill pain questionnaire(SF-MPQ), chronic pain grade scale (CPGS), short form-36 bodily pain scale(SF-36 BPS), and measure of intermittent and constant osteoarthritis pain(ICOAP)[J]. Arthritis Care Res, 2011, 63(Suppl 11):S240-252.

[7] 张波,马文龙,冯卫华,等. 744 例骨质疏松性椎体压缩骨折住院患者人口学特征及临床特征分析[J]. 中国修复重建外科杂志,2025,39(3):354-361.
ZHANG B, MA W L, FENG W H, et al. Analysis of demographic and clinical characteristics of 744 inpatients with osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Chin J Reparative Reconstruct Surg, 2025, 39(3):354-361.

[8] 石涛,张立海,陈华,等. 髋部骨折的性别及年龄分布分析[J]. 解放军医学院学报,2013,34(1):58-62.
SHI T, ZHANG L H, CHEN H, et al. Distribution of age and gender in hip fracture patients [J]. Acad J PLA Med Sch, 2013, 34(1):58-62.

[9] 康鹏德,黄强,沈慧勇,等. 中国骨科手术围手术期贫血诊疗指南[J]. 中华骨与关节外科杂志,2019,12(11):833-840
KANG P D, HUANG Q, SHEN H Y, et al. Guidelines for diagnosis and treatment of anemia during perioperative period of orthopedic surgery in China [J]. Chin J Bone Joint Surg, 2019, 12(11):833-840.

[10] 沈忠军,汪敏,李峣,等. 血液管理在骨科围手术期的应用进展[J]. 临床血液学杂志,2024,37(2):141-146.
SHEN Z J, WANG M, LI Y, et al. Advances in perioperative use of blood transfusion in orthopedics [J]. J Clin Hematol, 2024, 37(2):141-146.

[11] 卢尧,张连阳,于洋,等.《严重创伤患者紧急救治血液保障模式与输血策略中国专家共识(2024 版)》解读[J]. 创伤外科杂志,2025,27(9):1-6.
LU Y, ZHANG L Y, YU Y, et al. Interpretation of Chinese expert consensus on blood support mode and blood transfusion strategies for emergency treatment of severe trauma patients (version 2024) [J]. J Trauma Surg, 2025, 27(9):1-6.

[12] 牛挺,邱贵兴,裴福兴,等. 骨科加速康复围手术期血液管理专家共识[J]. 中华骨与关节外科杂志,2022,15(10):733-738.
NIU T, QIU G X, PEI F X, et al. Expert consensus on perioperative blood management in orthopaedics in enhanced recovery after surgery program [J]. Chin J Bone Joint Surg, 2022, 15(10):733-738.

[13] EVERHART J S, SOJKA J H, MAYERSON J L, et al. Perioperative allogeneic red blood-cell transfusion associated with surgical site infection after total hip and knee arthroplasty[J]. J Bone Joint Surg Am, 2018, 100(4):288-294.

[14] REN W, YAO J. Effect of restrictive blood transfusion strategy on perioperative prognosis in elderly orthopedic surgery patients with preoperative anemia[J]. Ann Ital Chir, 2025, 96(9):1190-1197.

[15] HANCI V, OZBILGIN S, BASCI O, et al. Acute kidney injury after major orthopedic surgery:a retrospective study of frequency and related risk factors[J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2022, 56(4):289-295.

[16] DAI C Q, WANG L H, ZHU Y Q, et al. Risk factors of perioperative blood transfusion in elderly patients with femoral intertrochanteric fracture[J]. Medicine, 2020, 99(15):e19726.

[17] ZHOU Z, XIAO Z, LUO Y, et al. Restrictive versus liberal blood transfusion strategies for patients undergoing orthopedic surgery:a meta-analysis of randomised trials with trial sequential analysis[J]. J Orthop Surg Res, 2025, 20(1):513.

[18] PAGANO M B, STANWORTH S J, DENNIS J, et al. Red cell transfusion in acute myocardial infarction:AABB international clinical practice guidelines[J]. Ann Intern Med, 2025, 178(10):1469-1477.

[19] ZHANG J, CHEN Z, HE Y. Comparison of liberal versus restrictive transfusion strategies after hip surgery in patients with coronary artery disease:a post hoc analysis of the FOCUS trial[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2024, 24(1):498.

[20] SINGH S, TANTRY U S, BLIDEN K, et al. Restrictive versus liberal transfusion in symptomatic coronary artery disease and myocardial infarction:a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Am J Ther, 2024, 31(6):e677-e682.

(2026-05-19 收稿,06-17 修回,06-22 接收)

本文编辑:李宜蔓