·转化医学与临床药学·
TRANSLATIONAL MEDICINE
AND CLINICAL PHARMACY



氨甲环酸在双节段腰椎后路减压椎间植骨融合术中的应用及对凝血功能的影响

韩丽娟，邱斐斐，蔺莲萍 *

（山东省文登整骨医院手术麻醉科，山东 威海 264400）

[摘要] **目的** 探讨在行双节段腰椎后路减压椎间植骨融合术（posterior lumbar interbody fusion，PLIF）中应用氨甲环酸的止血效果。**方法** 纳入山东省文登整骨医院于 2020 年 4 月至 2023 年 11 月收治的 105 例行双节段 PLIF 患者作为研究对象，以随机数字表法分组，即观察组（n = 53，予以氨甲环酸）和对照组（n = 52，予以同等体积 0.9% 氯化钠溶液）。比较两组患者围手术期的失血量、凝血功能指标等。**结果** 比较两组术中显性出血量、隐性失血量、术后引流量、总失血量、术后引流管撤除时间，观察组的上述指标水平均较对照组低（单侧 $P < 0.025$）。术后 24 h 和 72 h，两组的血红蛋白（hemoglobin，Hb）和血细胞比容（hematocrit，HCT）水平较术前显著降低（单侧 $P < 0.025$）；观察组的上述指标水平均较对照组高（单侧 $P < 0.025$）。术后 24 h 和 72 h，两组的凝血酶原时间（prothrombin time，PT）、活化部分凝血活酶时间（activated partial thomboplastin time，APTT）均较术前缩短，纤维蛋白原（fibrinogen，FIB）、D-二聚体（D-dimer，D-D）水平较术前均有升高（单侧 $P < 0.025$）；但两组的 APTT、PT、FIB、D-D 比较差异无统计学意义（双侧 $P > 0.05$）。两组的视觉模拟评分法（visual analogue scale，VAS）评分在引流管拔管时和出院时均较术前降低（单侧 $P < 0.025$）；观察组在引流管拔管时的 VAS 评分较对照组低（单侧 $P < 0.025$）。两组在术后住院期间，未发生血栓相关并发症。**结论** 对行双节段 PLIF 患者应用氨甲环酸，可有效降低其围手术期出血量，止血效果明显，且安全性较高。

[关键词] 双节段腰椎后路减压椎间植骨融合术；氨甲环酸；围手术期出血量；凝血功能；并发症

[中图分类号] R969.4；R687.3 [文献标志码] A [文章编号] 1001-5094（2025）06-0473-05

DOI: 10.20053/j.issn1001-5094.202502280072

Hemostatic Effect and Impact on Coagulation Function of Tranexamic Acid in Patients undergoing Double-Segment Posterior Lumbar Interbody Fusion

HAN Lijuan, QIU Feifei, MAN Lianping

(Department of Surgical Anesthesiology, Shandong Wendeng Osteopathic Hospital, Weihai 264400, China)

[Abstract] **Objective** This study aimed to explore the hemostatic effect of tranexamic acid in patients undergoing double-segment posterior lumbar interbody fusion (PLIF). **Methods** 105 cases of dual-segment PLIF patients admitted to Shandong Province Wendeng Osteopathic Hospital from April 2020 to November 2023 were included as the study subjects. They were randomly divided into two groups using a random number table method: an observation group (n=53, given tranexamic acid, TXA) and a control group (n=52, given the same volume of 0.9% sodium chloride solution). Perioperative blood loss, coagulation parameters were compared between the two groups. **Results** Compared with the control group, the TXA group exhibited significantly lower intraoperative visible blood loss, hidden blood loss, postoperative drainage volume, and total blood loss, as well as earlier drainage tube removal (one-sided $P < 0.025$). At 24 h and 72 h postoperatively, hemoglobin (Hb) and hematocrit (HCT) levels in both groups were significantly lower than preoperative levels (one-sided $P < 0.025$), but the TXA group maintained higher Hb and HCT levels than the control group (one-sided $P < 0.025$). At 24 h and 72 h postoperatively, prothrombin time (PT) and activated partial thromboplastin time (APTT) were shortened, while fibrinogen (FIB) and D-dimer (D-D) levels were elevated compared with preoperative values in both groups (one-sided $P < 0.025$). However, no significant differences were observed between the two groups in APTT, PT, FIB, or D-D levels (two-sided $P > 0.05$). Both groups showed reduced visual analog scale (VAS) scores at drainage tube removal and discharge compared with preoperative scores (one-sided $P < 0.025$), but the TXA group had lower VAS scores at tube removal than the control group (one-sided

$P < 0.025$). No thrombotic complications, occurred in either group during hospitalization. **Conclusion** The administration of tranexamic acid in patients undergoing two-level PLIF effectively reduces perioperative blood loss with significant hemostatic efficacy and a high safety profile.

[Key words] double-segment posterior lumbar interbody fusion; tranexamic acid; perioperative bleeding volume; coagulation function; complication

腰椎后路减压椎间植骨融合术（posterior lumbar interbody fusion，PLIF）旨在通过手术减轻腰椎神经根或脊髓的压迫，恢复脊柱稳定性。近年来，尽管 PLIF 技术水平得到明显提高，但由于腰椎退行性疾病患者的病程往往较长，受累腰椎节段较多，且受全身状况等影响，在行 PLIF 期间仍会引发患者大量出血，影响患者的预后[1]。氨甲环酸可通过抑制纤维蛋白溶酶的活性，阻止纤维蛋白原（fibrinogen，FIB）的降解和血栓的溶解，有助于减少出血并促进止血，其被证实在消化道出血患者中具有良好的止血效果[2]。行骨科手术的患者多有制动需要，这可能使术后深静脉血栓的潜在发生风险增高，因此临床对该类患者使用止血药物均保持十分慎重的态度。有研究发现，将氨甲环酸应用于行骨科手术患者，其可有效减少患者的失血量[3]。双节段 PLIF 的创伤范围更广、出血风险更高，但氨甲环酸对此类患者凝血功能动态变化的影响尚未明确。因此，本研究将氨甲环酸用于行双节段 PLIF 的患者，对其围手术期出血量及安全性进行深入探讨。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2020 年 4 月至 2023 年 11 月在山东省文登整骨医院行双节段 PLIF 的 105 例患者作为研究对象。纳入标准：①符合相关腰椎退行性疾病的诊断标准[4]，且经 X 线片、计算机断层扫描（computed tomography，CT）或磁共振成像（magnetic resonance imaging，MRI）检查确诊；②符合 PLIF 指征，且接受双节段 PLIF 治疗；③年龄＞18 岁，病例资料完整；④获得患者书面知情同意。排除标准：①凝血功能紊乱；②合并血液系统疾病或接受输血治疗；③术前患有深静脉血栓；④术前血红蛋白（hemoglobin，Hb）低于 110 $g \cdot L^{-1}$；⑤近 3 个月内使用过抗凝或抗血小板药物；⑥存在氨甲环酸使用禁忌证；⑦有脊柱手术史；⑧术后 5 d 经历月经周期的女性。以随机数字表法对 PLIF 患者进行分组，其中对照组纳入 52 例，观察组纳入 53 例。两组患者的身体质量指数（body mass index，BMI）、凝血酶原时间（prothrombin time，PT）等基本资料经比较（见表 1），差异无统计学意义（双侧 $P > 0.05$）。此研究经本院医学伦理委员会获批同意后开展（审批号：伦审 [2020]015）。

接受日期： 2025-04-30
*** 通信作者：** 蒋莲萍，副主任医师
研究方向： 临床麻醉
E-mail： yten0306@163.com

1.2 方法

所有患者均由同一组医师团队行双节段 PLIF。观察组分别于切皮前 30 min 及关闭切口后 30 min 予以氨甲环酸治疗，将 1 g 氨甲环酸注射液（广州白云山天心制药股份有限公司，国药准字 H20056986，生产批号：S20230813023，规格：5 mL∶0.5 g）溶于 100 mL 0.9% 氯化钠溶液中行静脉滴注。对照组分别于切皮前 30 min 及关闭切口后 30 min，予以静脉滴注 0.9% 氯化钠溶液 100 mL。两组患者术后均予以常规心电监护、预防性抗生素等治疗，根据患者的身体情况及时行双下肢主动和被动功能锻炼，当术后引流量≤ 50 $mL \cdot d^{-1}$ 时，则将引流管拔除，记录术后引流管撤除时间。

1.3 观察指标

1.3.1 出血量评估 记录两组患者的出血情况，包括术中显性出血量、总失血量、未观测到的失血量（隐性失血量）和术后引流量。计算方法如下，术中显性出血量＝吸引容器液体总量－术中冲洗液用量；总失血量＝总红细胞丢失量/术前血细胞比容（hematocrit，HCT），采用 Gross 方程式[5]计算患者术前血容量（blood volume，PBV）；总红细胞丢失量＝PBV×（术前 HCT－HCT 最低值）；隐性失血量＝总失血量－（术中可见出血量＋术后引流量）。术后引流量以撤除引流装置时，收集瓶中的液体量为准。

1.3.2 围手术期 Hb、HCT 水平 于术前、术后 24 h 和术后 72 h，取患者肘静脉血，行血常规检查，记录两组患者的 Hb、HCT 水平。

1.3.3 凝血功能 于术前、术后 24 h 和术后 72 h，取患者肘静脉血，置入离心机中以 3 000 $r \cdot min^{-1}$，离心 15 min，得到标本后低温保存妥当待测。采用希森美康（型号：CS5100）全自动凝血分析仪测得两组患者的 FIB、PT、D-二聚体（D-dimer，D-D）和活化部分凝血活酶时间（activated partial thomboplastin time，APTT）。

1.3.3 疼痛程度 在手术前、拔除引流管时和出院前，采用视觉模拟评分法（visual analogue scale，VAS）[6]对两组患者的疼痛程度进行评估。评分范围 0 分（无痛）至 10 分（剧痛），评分与各阶段疼痛程度呈正相关。

表 1 两组患者基本资料比较

Table 1 Comparison of basic information between two groups of patients

组别	n	性别 / 例（%）		年龄 / 岁（$\bar{x}\pm s$）	BMI/kg·m^{-2}（$\bar{x}\pm s$）	切口长度 /cm（$\bar{x}\pm s$）	手术时间 /min（$\bar{x}\pm s$）
		男	女				
观察组	53	32（60.38）	21（39.62）	56.51±6.69	21.29±2.60	10.32±1.25	86.78±10.37
对照组	52	30（57.69）	22（42.31）	56.23±6.57	21.34±2.52	10.23±1.23	85.32±10.23
χ^2/t		0.146		0.216	0.100	0.268	0.623
双侧 P		0.702		0.829	0.921	0.815	0.450

组别	n	PT/s（$\bar{x}\pm s$）	术前 Hb/g·L^{-1}（$\bar{x}\pm s$）	疾病类型 / 例（%）		
				腰椎滑脱	腰椎间盘突出	腰椎管狭窄
观察组	53	11.75±1.52	138.05±14.58	5（9.43）	17（32.08）	31（58.49）
对照组	52	11.78±1.49	137.62±14.36	6（11.54）	16（30.77）	30（57.69）
χ^2/t		0.023	0.152		0.053	
双侧 P		0.926	0.879		0.818	

1.4 统计学方法

本次数据符合正态分布，采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。其中，围手术期出血量等计量资料以均数 ± 标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，两个样本行 t 检验，多个样本使用方差分析；疾病类型、术后并发症、性别等计数资料以例（%）表示，行 χ^2 检验。$P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组围手术期出血量比较

观察组术中显性出血量、隐性失血量、术后引流量和总失血量均较对照组少，术后拔除引流管时间较对照组短（单侧 $P<0.025$），见表 2。

2.2 两组围手术期 Hb、HCT 水平比较

术后 24 h 和 72 h，两组的 Hb 和 HCT 水平均较术前明显降低（单侧 $P<0.025$）；观察组的 Hb、HCT 水平均较对照组高（单侧 $P<0.025$），见表 3。

2.3 两组凝血功能指标对比

术后 24 h 和 72 h，两组的 APTT、PT 均较术前明显缩短，FIB、D-D 水平较术前均有升高（单侧 $P<0.025$）；两组间 APTT、PT、FIB、D-D 水平比较无统计学差异（双侧 $P>0.05$），见表 4。

2.4 两组疼痛程度评估

两组的 VAS 评分在引流管拔管时、出院时均较术前明显降低（单侧 $P<0.025$）；观察组在引流管拔管时的 VAS 评分较对照组低（单侧 $P<0.025$）；但两组间 VAS 评分在出院时比较无统计学差异（双侧 $P>0.05$），见表 5。

2.5 两组术后并发症比较

在住院期间两组患者均未发生局部血肿、肺栓塞、下肢静脉血栓等血栓相关并发症。

表 2 两组围手术期出血量比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 2 Comparison of perioperative bleeding between the two groups ($\bar{x}\pm s$)

组别	n	显性出血量 /mL	隐性失血量 /mL	术后引流量 /mL	总失血量 /mL	术后引流管撤除时间 /h
观察组	53	242.72±32.33	340.26±38.59	193.18±49.36	789.23±62.52	68.31±13.65
对照组	52	351.64±38.27	539.75±45.31	337.16±80.07	1 162.01±90.62	75.21±12.63
t		15.765	23.304	11.115	24.575	2.687
双侧 P		＜0.001	＜0. 001	＜0.001	＜0. 001	0.008

表 3 两组围手术期 Hb、HCT 水平比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 3 Comparison of perioperative Hb and HCT levels between the two groups ($\bar{x}\pm s$)

组别	n	Hb/g·L^{-1}			HCT/%		
		术前	术后 24 h	术后 72 h	术前	术后 24 h	术后 72 h
观察组	53	138.05±14.58	126.78±10.32*	115.02±8.46*	41.50±2.52	31.76±3.29*	35.81±3.53*
对照组	52	137.62±14.36	118.97±8.53*	107.23±7.93*	41.43±2.49	29.87±3.16*	33.06±3.35*
t		0.152	4.206	4.845	0.235	2.988	4.075
双侧 P		0.880	＜0. 001	＜0.001	0.761	0.004	＜0. 001

注：与同组术前比较，$^*P<0.05$

表 4 两组凝血功能指标对比（$\bar{x}\pm s$）

Table 4 Comparison of coagulation function indicators between the two groups ($\bar{x}\pm s$)

组别	n	FIB/g·L^{-1}			D-D/mg·L^{-1}		
		术前	术后 24 h	术后 72 h	术前	术后 24 h	术后 72 h
观察组	53	3.70±051	4.02±0.53*	4.06±0.53*	0.22±0.06	0.79±0.21*	0.82±0.02*
对照组	52	3.68±0.49	3.97±0.53*	4.01±0.52*	0.23±0.05	0.78±0.20*	0.80±0.19*
t		0.364	0.481	0.468	0.923	0.249	0.755
双侧 P		0.692	0.632	0.628	0.358	0.804	0.452
组别	n	APTT/s			PT/s		
		术前	术后 24 h	术后 72 h	术前	术后 24 h	术后 72 h
观察组	53	26.49±5.39	23.92±4.63*	23.86±4.61*	11.75±1.52	10.49±1.18*	10.46±1.21*
对照组	52	26.52±5.32	23.89±4.73*	24.02±4.98*	11.78±1.49	10.46±1.22*	10.53±1.13*
t		0.033	0.170	0.102	0.102	0.128	0.305
双侧 P		0.974	0.865	0.919	0.919	0.899	0.761

注：与同组术前比较，*$P<0.05$

表 5 两组 VAS 评分对比（$\bar{x}\pm s$，分）

Table 5 Comparison of pain level between the two groups ($\bar{x}\pm s$, score)

组别	n	术前	引流管拔管时	出院时
观察组	53	5.85±1.58	4.03±0.76*	3.47±0.59*
对照组	52	5.82±1.15	4.52±0.94*	3.50±0.58*
t		0.111	2.923	0.262
双侧 P		0.912	0.004	0.794

注：与同组术前比较，*$P<0.05$

3 讨论

PLIF 作为治疗腰椎退行性病变和椎间盘相关病变的常见手术方式，在神经外科领域应用十分广泛。该方法通过在腰椎后路进行减压和植骨融合，旨在缓解患者的神经根压迫，恢复脊柱稳定性，并实现疼痛症状显著缓解和生活质量明显改善。然而，在行 PLIF 时，由于脊柱解剖结构的特殊性，且其静脉丛丰富，术中相关操作极易引发围手术期大量出血。围手术期大量出血不仅使得手术难度及风险增加，还可能导致患者术后贫血及输血需求增加，对患者的预后造成不良影响。因此，如何有效控制行 PLIF 患者在围手术期的出血量，一直是临床的难点。

既往临床为减少患者在围手术期的出血量，所用方法包括术前全面评估身体状况，术中积极控制血压、局部使用止血材料、使用双极电凝止血及自体血液回输等，但仍无法有效解决部分行脊柱手术患者在围手术期出血量较大的问题[7]。近年来，国内外多项研究表明，氨甲环酸应用于相关手术的术前、术中或术后，对患者围手术期出血量可起到有效的控制作用[8-9]。孙振民等[10]研究结果表明，于 PLIF 术前应用氨甲环酸，对减少患者术中及术后的出血量有积极意义。本研究结果显示，两组术中显性失血量、隐性失血量、总失血量、术后引流量和术后拔除引流管时间比较，观察组的上述指标水平均较对照组低（单侧 $P<0.025$）；观察组在术后 24 h 和 72 h 的 Hb、HCT 水平均较对照组高，在引流管拔管时的 VAS 评分较对照组低（单侧 $P<0.025$），提示对行双节段 PLIF 的患者应用氨甲环酸，可有效减少手术失血，减轻术后疼痛，这与上述研究结果相符。究其原因，行 PLIF 治疗时，由于机体遭受手术创伤，可迅速启动机体凝血系统，同时激活内源性纤溶途径，分解纤维蛋白基质，并促使纤维蛋白溶解过程相对亢进，从而导致围手术期出血量增多[11]。氨甲环酸是抗纤维蛋白溶解药物之一，其可通过与纤溶酶原的赖氨酸位点特异性结合，竞争性阻断纤溶酶原与纤维蛋白的结合，从而抑制纤溶酶原的活化过程，阻止纤溶酶的形成，维持纤维蛋白结构的稳定性，通过上述途径可有效增强凝血块稳定性，止血效果明显。同时，围手术期出血量的减少可能减少术后局部炎症反应和血肿形成，从而缓解术后早期疼痛[12]。

部分研究认为，抗纤溶药物的使用可能打破凝血-抗凝系统的动态平衡，成为术后血栓性并发症的潜在诱因[13]。部分临床研究表明，在腰椎手术中使用氨甲环酸，可导致患者的凝血指标发生异常，但对患者的凝血系统无明显影响[14]。Zhang 等[15]

研究表明，在围手术期使用氨甲环酸，与患者术后并发血栓无明显相关性。郝申申等[16]研究发现，在PLIF术中局部应用氨甲环酸，与使用0.9%氯化钠溶液组患者比较，两组在术后1 d的APTT、PT、TT、FIB无明显差异。在本研究中，与术前比较，两组在术后24 h和72 h的APTT、PT均缩短，FIB、D-D水平均有升高（单侧$P < 0.025$）；术后24 h和72 h，两组APTT、PT、FIB、D-D比较无统计学差异（双侧$P > 0.05$）。此外，两组均未发生局部血肿、肺栓塞、下肢静脉血栓等血栓相关并发症。这说明在行PLIF患者中应用氨甲环酸，有效止血的同时，不会对患者的凝血系统造成明显影响，且未增加患者术后血栓发生风险。这可能与患者术后积极行主动和被动功能锻炼等有关。

综上所述，在行双节段PLIF的患者中应用氨甲环酸，可有效减少围手术期出血量，止血效果明显，且安全性较高。在腰椎手术的临床实践中，仍应对氨甲环酸引发术后血栓等并发症保持警惕。

[参考文献]

[1] Lei F, Li Z, He W, *et al*. Total and hidden blood loss between open posterior lumbar interbody fusion and transforaminal lumbar interbody fusion by Wiltse approach[J]. *Medicine* (*Baltimore*), 2020, 99(20): e19864.

[2] Kumar M, Venishetty S, Jindal A, *et al*. Tranexamic acid in upper gastrointestinal bleed in patients with cirrhosis: a randomized controlled trial[J]. *Hepatology*, 2024, 80(2): 376–388.

[3] DeFrancesco C J, Reichel J F, Gbaje E, *et al*. Effectiveness of oral versus intravenous tranexamic acid in primary total hip and knee arthroplasty: a randomised, non-inferiority trial[J]. *Br J Anaesth*, 2023, 130(2): 234–241.

[4] 赵定麟, 李增春, 刘大雄, 等. 骨科临床诊疗手册[M]. 上海：世界图书出版公司, 2008: 40–45.

[5] 齐美涛, 王舒颖, 王凌挺, 等. 口服和静脉注射氨甲环酸对于腰椎椎管减压融合术的围手术期失血量影响[J]. 中国骨伤, 2022, 35(8): 736–739.

[6] Ma K, Wu X. Effects of tranexamic acid on postoperative knee activity and stress, and inflammation cytokines in patients undergoing total knee arthroplasty[J]. *Inflammopharmacology*, 2025, 33(1): 231–239.

[7] 涂欣乐, 杨长伟. 脊柱外科围手术期出血控制措施的研究进展[J]. 脊柱外科杂志, 2022, 20(1): 52–57.

[8] Breau R H, Lavallée L T, Cagiannos I, *et al*. Tranexamic acid during radical cystectomy: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Surg*, 2024, 159(12): 1355–1363.

[9] Zhang S, Xiao C, Yu W, *et al*. Tranexamic acid safely reduces hidden blood loss in patients undergoing intertrochanteric fracture surgery: a randomized controlled trial[J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2022, 48(2): 731–741.

[10] 孙振民, 王琪, 杨楠, 等. 氨甲环酸用于腰椎后路减压固定融合术患者的临床研究[J]. 中国临床药理学杂志, 2023, 39(7): 336–340.

[11] Mousavi H, Akbari-Aghdam H, Entezari R. The effect of tranexamic acid injection during anterior cruciate ligament reconstruction surgery on postoperative bleeding, pain and swelling[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2023, 33(3): 639–644.

[12] Dong W, Tang Y, Lei M, *et al*. The effect of perioperative sequential application of multiple doses of tranexamic acid on postoperative blood loss after PLIF: a prospective randomized controlled trial[J]. *Int J Surg*, 2024, 110(4): 2122–2133.

[13] 张璐平, 杨晨, 姜俭, 等. 严重创伤患者初期复苏后持续纤溶关闭与临床预后的关系[J]. 中华急诊医学杂志, 2025, 34(1): 62–69.

[14] 朱丽坤, 曹爽, 刘东梅, 等. 术中追加使用氨甲环酸对短节段腰椎管狭窄手术失血量及安全性的影响[J]. 中国输血杂志, 2024, 37(2): 174–179.

[15] Zhang L, Li Y, Liu D, *et al*. Combined use of tranexamic acid and rivaroxaban in posterior lumbar interbody fusion safely reduces blood loss and transfusion rates without increasing the risk of thrombosis-a prospective, stratified, randomized, controlled trial[J]. *Int Orthop*, 2020, 44(10): 2079–2087.

[16] 郝申申, 王鹏程, 董胜利, 等. 腰椎退行性疾病后路椎管减压植骨融合内固定术中局部应用氨甲环酸的安全性和有效性[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2022, 37(7): 701–704.