

氨甲环酸在关节镜手术中的应用研究进展*

刘 明 综述 韩长旭** 审校

(内蒙古医科大学第二附属医院运动医学中心,呼和浩特 010090)

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2025)02-0109-05

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2025.02.009

关节镜在运动损伤和疾病诊断、治疗中广泛使用。关节镜手术相对安全,并发症少,但术后关节积血可增加感染、关节软骨破坏、滑膜炎,导致疼痛和康复延迟,影响短期和中期预后。关节积血的预防和治疗包括引流、绷带加压包扎和关节腔穿刺^[1~3]。对于严重关节积血,膝关节穿刺可减少关节囊张力和关节积液,减轻疼痛^[4,5]。关节腔穿刺是一种侵入性操作,可能增加医源性感染性关节炎的风险。此外,与不使用引流管相比,使用引流管没有显示出改善膝关节术后疼痛或降低关节积血的风险^[6~8]。同样,虽然加压绷带广泛用于膝关节镜手术后,但尚未证明其可降低术后疼痛、肿胀或关节积血程度^[9]。

氨甲环酸(tranexamic acid, TXA),又称止血环酸,具有抗纤维蛋白溶酶的作用,主要用于急性或慢性、局限性或全身性纤维蛋白溶解亢进所致的各种出血,已用于心脏手术、择期剖宫产、全膝关节置换、脊柱手术等。值得注意的是, TXA 的应用在创伤以及产后出血中可明显降低死亡率^[10],在全关节置换术中可减少术后肿胀、降低关节积血发生率和改善术后早期关节功能^[11],在肩关节置换术中可使失血量和所需输血量明显减少^[12],且未出现死亡、心肌梗死、卒中、静脉血栓栓塞(venous thromboembolism, VTE)、肺栓塞、肾衰竭风险增加或住院时间延长^[13~15]。TXA 减少术后关节内出血的能力可能有利于减少关节镜术后关节积血相关并发症的发

生^[16]。尽管其安全性良好,但 TXA 禁用于有血栓栓塞史、色觉缺陷和颅内出血患者,肾功能不全者可能需要调整剂量^[17]。本文对膝、髋、肩、肘关节镜手术中使用 TXA 的临床与功能结局和安全性进行综述。

1 TXA 在多种关节镜手术中的应用

1.1 在膝关节镜手术中的应用

多项随机对照研究报道关节镜下使用自体腘绳肌肌腱重建前交叉韧带手术中使用 TXA 的临床疗效。Karaaslan 等^[18]的双盲随机对照研究中, TXA 组(53 例)止血带充气前 10 min 静脉注射 TXA 15 mg/kg,手术结束后静脉输注 TXA 10 mg/(kg·h) 3 h,对照组(52 例)相同方法给予不含 TXA 的等量生理盐水,结果显示, TXA 组术后引流量较少(60 ml vs. 150 ml, $P < 0.001$),术后第 3 天、第 2 周、第 3 周疼痛视觉模拟评分(Visual Analogue Score, VAS)较低(均 $P < 0.001$),术后第 2 天活动范围(range of motion, ROM)较大(107.36° vs. 103.65°, $P = 0.020$),术后第 2 周(75 分 vs. 70 分)、第 4 周(80 分 vs. 75 分) Lysholm 评分较高(均 $P < 0.001$)。Felli 等^[19]的 TXA 组(40 例)止血带放气前 20 min 静脉滴注 TXA 15 mg/kg,对照组(40 例)给予相同体积的生理盐水,结果显示, TXA 组术后第 1 天关节积液(Coupons Yates 值 1.6 vs. 2.1, $P = 0.0044$)和引流血量较少(59.3 vs. 133.3 ml, $P < 0.001$),术后第 7 天关节积液较少(Coupons Yates 值 2.1 vs. 2.8,

* 基金项目:内蒙古自治区自然科学基金(2022MS08015);内蒙古自治区科技计划项目(2022YFSH0028);内蒙古自治区公立医院高水平临床专科发展科技项目(2023SGGZ140)

** 通讯作者, E-mail:meniscus2011@163.com

$P = 0.0057$), ROM 较大 (86.1° vs. 69.2° , $P = 0.0031$), 股四头肌力量评分较高 (3.1 vs. 2.7 , $P = 0.015$), 发热较少 (2 例 vs. 13 例, $P = 0.047$), 术后 15 天关节积液较少 (Coupens Yates 值 1.5 vs. 2.3 , $P < 0.001$), 髌骨周长较小 (10.4 cm vs. 16.2 cm, $P = 0.0019$), 股四头肌力量评分较高 (3.9 vs. 3.4 , $P = 0.0089$), 术后 1、3 个月 2 组各项指标差异无显著性 ($P > 0.05$)。Chiang 等^[20]的 TXA 组 (151 例) 操作完成后经上外侧引流管关节内注射 TXA 10 ml (100 mg/ml) 并夹闭引流管 2 h, 对照组 (149 例) 不注射 TXA, 结果显示 TXA 组术后 24 h 引流量较少 (56.1 ml vs. 80.1 ml, $P < 0.0001$), 术后 3 d 和 4 周疼痛 VAS 评分较低 (3.2 分 vs. 6.7 分, $P < 0.001$; 1.7 分 vs. 2.0 分, $P = 0.004$)。

Nugent 等^[21]的双盲随机对照研究选择 41 例关节镜半月板部分切除术, 止血带充气前静脉滴注 TXA 1 g 溶于 100 ml 生理盐水 (TXA 组, 18 例) 或 100 ml 生理盐水 (对照组, 23 例), 术后第 3、14 和 30 天评价 ROM、肿胀 (经髌骨膝关节周长)、疼痛 VAS 评分、Lysholm 评分和 Tegner 评分, 唯一达到显著性的是术后第 3 天 TXA 组 Tegner 评分优于对照组 (2.7 分 vs. 1.7 分, $P = 0.006$), 均未出现不良事件或并发症, 认为关节镜半月板切除术中静脉注射 1 g TXA 有利于改善术后早期活动评分, 不会增加术后风险。

这些膝关节镜手术相关研究表明, TXA 在减少引流量、减轻疼痛、促进早期功能恢复方面有积极作用, 并且没有明显增加不良事件或并发症的风险, 初步显示其在膝关节镜手术中的应用是安全的, 但仍需要更多大规模研究进一步验证。

1.2 在关节镜肩袖修复术中的应用

多项随机对照研究^[13-15, 22-24]观察 TXA 用于关节镜肩袖修复术中的效果, 证实其可改善镜下手术视野, 降低术后肩关节粘连发生率。Liu 等^[13]的双盲随机安慰剂对照研究中, 关节镜肩袖修复术前 10 min 静脉注射 TXA 1 g (20 ml) (TXA 组, 37 例) 或等体积生理盐水 (对照组, 35 例), 术中每 15 min 评价视野清晰度, 分为 1 级 (差) ~ 3 级 (清晰), 结果显示, TXA 组视野清晰度 3 级占比较高 [$(53.7 \pm 18.9)\%$ vs. $(40.5 \pm 22.1)\%$, $P = 0.036$], 1 级占比较低 [$(4.2 \pm 9.1)\%$ vs. $(9.2 \pm 13.2)\%$, $P =$

0.039], 术后第 1 天疼痛 VAS 评分也较低 [(3.0 ± 1.5) 分 vs. (4.3 ± 2.0) 分, $P = 0.009$], 认为 TXA 在肩关节镜手术中可以提高视野清晰度, 并可能有助于减轻术后疼痛, 但 TXA 剂量未结合体重情况, 且 2 组术中关节腔冲洗均采用混有肾上腺素的生理盐水, 可能存在混杂因素的影响。Mackenzie 等^[14]的双盲随机安慰剂对照研究纳入 89 例关节镜肩袖修复术, 术前静脉注射 TXA 2 g + 生理盐水 20 ml (47 例) 或安慰剂 (生理盐水 20 ml) (42 例), 结果显示, 术后 8 周 TXA 组疼痛 VAS 评分较低 (中位数 1.7 vs. 2.3 分, $P = 0.044$), 术后 3 天、2 周、24 周、52 周 2 组 VAS 评分差异无显著性 ($P > 0.05$), 2 组术后 24 周 Constant 评分和术后 8、24、52 周美国肩肘外科医师标准化肩部评估表 (American Shoulder and Elbow Surgeons, ASES) 评分差异均无显著性 ($P > 0.05$), TXA 组术后 24 周活动度较好 (前屈 159 vs. 144 , 旋外 58 vs. 45 , 旋内 8.0 vs. 6.1 , 均 $P < 0.05$), 继发性肩周炎发生率较低但差异无显著性 (1 例 vs. 5 例, $P = 0.066$)。

TXA 在关节镜肩袖修复术中可以改善手术视野, 减轻术后疼痛, 改善关节活动度, 降低粘连率, 在安全性方面虽暂无负面证据, 但仍有待进一步临床研究进行验证。

1.3 在髋关节镜手术中的应用

李宁等^[25]回顾 34 例髋关节镜治疗髋关节撞击综合征, 其中 17 例术前 10 min 静脉滴注 TXA 15 mg/kg + 生理盐水 100 ml, 17 例同法注射生理盐水 100 ml, 结果显示 TXA 组术中出血量和总失血量较少 [(0.18 ± 0.08) L vs. (0.24 ± 0.01) L, $P = 0.042$; (0.47 ± 0.20) L vs. (0.66 ± 0.22) L, $P = 0.012$], 术后 3、6 周改良 Harris 评分较高 (87.72 ± 1.95 vs. 84.08 ± 1.21 , $P = 0.000$; 91.92 ± 2.32 vs. 89.77 ± 3.30 , $P = 0.036$)。Samborski 等^[26]的多中心连续队列研究包括 2014 ~ 2021 年髋关节镜手术 862 例, 其中使用 TXA 组 449 例 (术前静脉注射 $1 \sim 2$ g), 未用 TXA 组 413 例, 结果显示使用 TXA 组关节镜液体用量较少 (使用 3 L/袋液体 5.3 袋 vs. 5.9 袋, $P < 0.01$), 手术室总时长较短 (90.0 min vs. 99.5 min, $P < 0.01$), 股外侧皮神经麻痹较少 (8 例 vs. 19 例, $P = 0.02$), 2 组首次随访疼痛评分、二次手术等差异无显著性 ($P > 0.05$)。

综合来看, TXA 在髋关节镜手术中有利于减少出血量, 改善髋关节功能, 没有增加 VTE 风险, 但仍有部分细节需要进一步研究确认。

1.4 在肘关节镜手术中的应用

李先锋等^[27]的回顾性队列研究包括 61 例关节镜肘关节松解术, 操作完成后肘关节前后关节腔各置引流管 1 根, 后 30 例引流管灌注 TXA 30 ml (100 ml, 1 g), 夹闭引流管 4 h, 前 31 例无 TXA 灌注, 结果表明, TXA 组术后引流量较少 [(45 ± 35) ml vs. (109 ± 76) ml, $P < 0.001$], 术后第 1 天疼痛较轻 [VAS 评分 (6.4 ± 0.5) 分 vs. (7.1 ± 0.4) 分, $P < 0.001$], 末次随访肘关节 ROM 丢失角度较小 ($7^\circ \pm 9^\circ$ vs. $15^\circ \pm 14^\circ$, $P = 0.006$)。

Zhou 等^[28]的双盲随机对照研究纳入 80 例肘关节僵硬患者行关节镜松解术, 术后关节内注入 TXA 1 g + 生理盐水 100 ml (38 例) 或生理盐水 100 ml (36 例, 安慰剂对照) 并夹闭引流管 2 h, 结果显示, TXA 组引流出血量较少 [(61.5 ± 47.7) ml vs. (89.8 ± 47.0) ml, $P = 0.030$], 术后 24 h 血红蛋白较高 [(13.5 ± 1.5) g/dl vs. (12.6 ± 1.8) g/dl, $P = 0.049$]; 术后 24 h 2 组双侧上臂周长比和前臂周长比均较术前增加 (上臂周长比: TXA 组 1.05 ± 0.06 vs. 1.02 ± 0.04 , $P = 0.019$, 对照组 1.06 ± 0.06 vs. 1.01 ± 0.06 , $P = 0.002$; 前臂周长比: TXA 组 1.02 ± 0.06 vs. 0.98 ± 0.04 , $P = 0.005$, 对照组 1.02 ± 0.06 vs. 0.98 ± 0.06 , $P = 0.010$), 术后 1 周 TXA 组上臂周长比与术前无显著差异 (1.04 ± 0.07 vs. 1.02 ± 0.04 , $P = 0.057$), 对照组此差异仍存在 (1.05 ± 0.07 vs. 1.01 ± 0.06 , $P = 0.018$); 术后 1 周 2 组梅奥肘关节功能评分 (Mayo Elbow Performance Score, MEPS) (85.2 ± 5.7 vs. 84.6 ± 7.3)、VAS (3.3 ± 2.0 vs. 3.6 ± 1.8) 均无显著差异 ($P > 0.05$)。

现有研究表明, TXA 在肘关节镜手术中的应用可减少引流量, 减轻疼痛, 改善关节活动度, 但不足以全面评估其安全性, 还需要更多研究关注其可能存在的潜在风险, 如是否会对关节周围软组织、血管、神经等产生长期影响。

2 TXA 的作用

2.1 缓解术后疼痛, 提高满意度

在膝关节镜^[18,19,21]、关节镜肩袖修复术^[13,14]、

髋关节镜^[25,26]、肘关节镜^[27,28]手术中, TXA 可减轻术后疼痛, 减少引流量, 改善 ROM, 降低粘连发生率, 对提高患者满意度有积极效果。同时, TXA 未明显增加不良事件或并发症风险, 不过部分手术在安全性方面还需更多研究。

2.2 减少出血, 提高手术视野可视性

术中关节腔难以控制的持续性出血严重影响关节镜下手术视野清晰度。TXA 可有效改善关节镜肩袖修复术中的视觉清晰度, 然而, 这种视觉清晰度的改善能否像预期的那样明显缩短手术时间结论不一^[13,29,30]。与关于膝关节镜手术的研究相似, 患者在关节积血方面表现出短期受益, 并减轻术后即刻疼痛程度, 需要进一步的研究确定这些受益是否出现在其他关节镜手术中。关于 TXA 静脉给药或关节腔内注射用于前交叉韧带重建术的多篇系统评价^[2,4,31,32]显示, 与对照组相比, TXA 使关节内出血 (使用引流系统测量)、关节内积血分级减少。

2.3 提高手术可操作性及安全性

除上述疼痛评分、功能和关节积血等方面受益外, TXA 可以改善手术的可操作性^[13,22,33], 不会增加深静脉血栓等并发症发生率^[2,32], 使手术更安全、高效。

3 小结

由于运动医学和微创技术的迅猛发展, 关节镜治疗逐渐成为运动损伤主流的手术方式。良好清晰的镜下手术视野是保证关节镜手术顺利进行的首要环节, 也是修复成功和手术安全的重要因素。对国内外文献的总结显示, TXA 是有效且安全的辅助手段, 在多种关节镜手术中显示可以改善关节镜下的手术视野清晰度, 减轻术后早期疼痛, 减少关节腔出血, 使患者术后可以早期进行相关康复锻炼, 早日恢复正常的学习生活, 提高患者的就诊体验与满意度。另外, 临床医生应注意 TXA 的潜在软骨毒性作用, 尤其是在关节内局部给药的情况下。

参考文献

- 1 Zhao J, Liang G, Huang H, et al. Intravenous tranexamic acid significantly improved visualization and shortened the operation time in arthroscopic rotator cuff repair: a systematic review and meta-analysis of level I and II studies. *Arthroscopy*, 2024, 40 (2) : 592 -

- 601.
- 2 Johns WL, Walley KC, Hammoud S, et al. Tranexamic acid in anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med*, 2021, 49(14): 4030 – 4041.
- 3 Alaia MJ, Gipsman AM. Editorial commentary: the benefits of tranexamic acid may outweigh risks in arthroscopy and sports medicine. *Arthroscopy*, 2021, 37(4): 1334 – 1336.
- 4 Goldstein K, Jones C, Kay J, et al. Tranexamic acid administration in arthroscopic surgery is a safe adjunct to decrease postoperative pain and swelling: a systematic review and meta-analysis. *Arthroscopy*, 2022, 38(4): 1366 – 1377. e9.
- 5 Winkler PW, Zsidai B, Wagala NN, et al. Evolving evidence in the treatment of primary and recurrent posterior cruciate ligament injuries, part 1: anatomy, biomechanics and diagnostics. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29(3): 672 – 681.
- 6 Clifton R, Haleem S, McKee A, et al. Closed suction surgical wound drainage after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of randomised controlled trials. *Knee*, 2007, 14(5): 348 – 351.
- 7 Dhawan A, Doukas WC, Papazis JA, et al. Effect of drain use in the early postoperative period after arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone graft. *Am J Sports Med*, 2003, 31(3): 419 – 424.
- 8 McCormack RG, Greenhow RJ, Fogagnolo F, et al. Intra-articular drain versus no drain after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized, prospective clinical trial. *Arthroscopy*, 2006, 22(8): 889 – 893.
- 9 Coupens SD, Yates CK. The effect of tourniquet use and hemovac drainage on postoperative hemarthrosis. *Arthroscopy*, 1991, 7(3): 278 – 282.
- 10 Henry DA, Carless PA, Moxey AJ, et al. Anti-fibrinolytic use for minimising perioperative allogeneic blood transfusion. *Cochrane Database Syst Rev*, 2011, 2011(3): CD001886.
- 11 Ishida K, Tsumura N, Kitagawa A, et al. Intra-articular injection of tranexamic acid reduces not only blood loss but also knee joint swelling after total knee arthroplasty. *Int Orthop*, 2011, 35(11): 1639 – 1645.
- 12 Kuo LT, Hsu WH, Chi CC, et al. Tranexamic acid in total shoulder arthroplasty and reverse shoulder arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*, 2018, 19(1): 60.
- 13 Liu YF, Hong CK, Hsu KL, et al. Intravenous administration of tranexamic acid significantly improved clarity of the visual field in arthroscopic shoulder surgery. A prospective, double-blind, and randomized controlled trial. *Arthroscopy*, 2020, 36(3): 640 – 647.
- 14 Mackenzie SP, Spasojevic M, Smith M, et al. The effect of single-dose, preoperative intravenous tranexamic acid on early postoperative pain scores after rotator cuff repair: a double-blind, randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg*, 2022, 31(7): 1399 – 1408.
- 15 Nicholson TA, Kirsch JM, Churchill R, et al. The effect of tranexamic acid for visualization on pump pressure and visualization during arthroscopic rotator cuff repair: an anonymized, randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg*, 2022, 31(11): 2211 – 2216.
- 16 Wei Z, Liu M. The effectiveness and safety of tranexamic acid in total hip or knee arthroplasty: a meta-analysis of 2720 cases. *Transfus Med*, 2015, 25(3): 151 – 162.
- 17 Dunn CJ, Goa KL. Tranexamic acid: a review of its use in surgery and other indications. *Drugs*, 1999, 57(6): 1005 – 1032.
- 18 Karaaslan F, Karaoglu S, Yurdakul E. Reducing intra-articular hemarthrosis after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction by the administration of intravenous tranexamic acid: a prospective, randomized controlled trial. *Am J Sports Med*, 2015, 43(11): 2720 – 2726.
- 19 Felli L, Revello S, Burastero G, et al. Single intravenous administration of tranexamic acid in anterior cruciate ligament reconstruction to reduce postoperative hemarthrosis and increase functional outcomes in the early phase of postoperative rehabilitation: a randomized controlled trial. *Arthroscopy*, 2019, 35(1): 149 – 157.
- 20 Chiang ER, Chen KH, Wang ST, et al. Intra-articular injection of tranexamic acid reduced postoperative hemarthrosis in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized study. *Arthroscopy*, 2019, 35(7): 2127 – 2132.
- 21 Nugent M, May JH, Parker JD, et al. Does tranexamic acid reduce knee swelling and improve early function following arthroscopic meniscectomy? A double-blind randomized controlled trial. *Orthop J Sports Med*, 2019, 7(8): 2325967119866122.
- 22 Bayram E, Yildirim C, Erturk AK, et al. Comparison of the efficacy of irrigation with epinephrine or tranexamic acid on visual clarity during arthroscopic rotator cuff repair: a double-blind, randomized-controlled study. *Jt Dis Relat Surg*, 2021, 32(1): 115 – 121.
- 23 Ersin M, Demirel M, Buget MI, et al. The effect of intravenous tranexamic acid on visual clarity during arthroscopic rotator cuff repair: a randomized, double-blinded, placebo-controlled pilot study. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2020, 54(6): 572 – 576.
- 24 Takahashi R, Kajita Y, Iwahori Y, et al. Tranexamic acid administration for arthroscopic rotator cuff repair: a prospective, double-blind, randomized controlled trial. *J Orthop Sci*, 2023, 28(2): 328 – 332.
- 25 李 宁, 秦立武, 姜红江. 氨甲环酸在髋关节撞击综合征关节镜手术中的应用. *中国骨伤*, 2021, 34(2): 121 – 125.
- 26 Samborski SA, Morris SC, Leary S, et al. Single-dose intravenous tranexamic acid does not increase venous thromboembolic rate or complication rate during hip arthroscopy. *Arthroscopy*, 2024 May 3: S0749-8063(24)00300-1. Epub ahead of print.
- 27 李先锋, 熊 燕, 唐 新, 等. 局部使用氨甲环酸在关节镜下肘关节松解中的临床效果. *中华肩肘外科电子杂志*, 2020, 8(4):

347 – 351.

28

Zhou M, Li S, Zhang H, et al. Does tranexamic acid reduce elbow swelling and improve early function following arthroscopic arthrolysis? A double-blind randomized controlled trial. J Shoulder Elbow Surg, 2024, 33(12):2671 – 2679.

29

Han C, Liu M, Lian X, et al. Tranexamic acid use in arthroscopic rotator cuff repair is an effective and safe adjunct to improve visualization; a systematic review and meta-analysis. J Shoulder Elbow Surg, 2023, 32(11):2389 – 2399.

30

Bildik C, Pehlivanoglu T. Arthroscopic rotator cuff repair performed with intra-articular tranexamic acid; could it provide improved visual clarity and less postoperative pain? A prospective, double-blind, randomized study of 63 patients. J Shoulder Elbow Surg, 2023, 32(2):223 – 231.

31

Na Y, Jia Y, Shi Y, et al. Administration of tranexamic acid to reduce intra-articular hemarthrosis in ACL reconstruction; a systematic review. Orthop J Sports Med, 2022, 10(1):23259671211061726.

32

Alkhatib N, Alnouri M, Abdullah ASA, et al. Tranexamic acid use in anterior cruciate ligament reconstruction decreases bleeding complications; a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Arthroscopy, 2022, 38(2):506 – 518. e6.

33

Suter T, Mcrae S, Zhang Y, et al. The effect of intravenous tranexamic acid on visual clarity in arthroscopic shoulder surgery compared to epinephrine and a placebo; a double-blinded, randomized controlled trial. J Shoulder Elbow Surg, 2024, 33(3):628 – 639.

(收稿日期:2024 – 07 – 19)

(修回日期:2024 – 11 – 19)

(责任编辑:王惠群)