

全麻患者术后麻醉重症监护室中新发下肢深静脉血栓的危险因素

王晓飞 孙铭阳 张加强

【摘要】 目的 筛选全麻术后转入麻醉重症监护室(AICU)的患者新发下肢深静脉血栓(DVT)的危险因素。方法 回顾性收集 2022 年 5—8 月择期行全麻下手术后带气管插管转入 AICU 的患者 192 例,男 105 例,女 87 例,年龄 18~85 岁,BMI 18~31 kg/m²,ASA II 或 III 级。收集患者基线资料、麻醉手术资料及实验室检查资料。根据入 AICU 6 h 内的超声结果是否有新发 DVT 将患者分为两组:DVT 组和非 DVT 组。采用多因素 Logistic 回归分析筛选 AICU 中患者术后 6 h 内新发 DVT 的危险因素及其 95% 可信区间(CI)。结果 全麻术后在 AICU 新发 DVT 的患者有 64 例(33.3%),均为小腿肌间静脉血栓(CMVT)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,术前心律失常(OR=2.236,95% CI 1.011~4.943, $P=0.047$)、术前血小板计数高(OR=1.006,95% CI 1.002~1.010, $P=0.007$)、术前 D-二聚体浓度高(OR=1.203,95% CI 1.046~1.383, $P=0.010$)、术中低血压(OR=1.010,95% CI 1.002~1.019, $P=0.020$)和术中应用去甲肾上腺素(OR=3.796,95% CI 1.697~8.492, $P=0.001$)是全麻术后 AICU 中患者新发 DVT 的危险因素;阿司匹林规律服用史(OR=0.176,95% CI 0.060~0.518, $P=0.002$)是其保护因素。结论 术前心律失常、术前血小板计数高、术前 D-二聚体浓度高、术中低血压及术中应用去甲肾上腺素是全麻术后 AICU 患者 6 h 内新发 DVT 的危险因素。

【关键词】 下肢深静脉血栓;全麻;麻醉重症监护室;危险因素

Risk factors for newly developed lower extremity deep vein thrombosis in patients after general anesthesia in the anesthesia intensive care unit WANG Xiaofei, SUN Mingyang, ZHANG Jiaqiang. Department of Anesthesiology and Perioperative Medicine, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou 450003, China

Corresponding author: ZHANG Jiaqiang, Email: hnmzxh@163.com

【Abstract】 **Objective** To identify the risk factors for newly developed lower extremity deep vein thrombosis (DVT) in patients transferred to the anesthesia intensive care unit (AICU) after general anesthesia. **Methods** A total of 192 patients who were transferred to AICU with tracheal intubation after elective general anesthesia from May 2022 to August 2022, 105 males and 87 females, aged 18–85 years, BMI 18–31 kg/m², ASA physical status II or III, were retrospectively collected. The patients' baseline data, anesthesia surgery data and preoperative and postoperative laboratory examination data were obtained. The patients were divided into two groups according to the results of ultrasound within 6 hours after admission to the AICU: DVT group and non-DVT group. Multivariate logistic regression analysis was used to analyze the risk factors and 95% confidence interval (CI) of DVT in AICU patients within 6 hours after surgery. **Results** New DVT occurred in 64 patients (33.3%) in AICU after general anesthesia were calf intermuscular venous thrombosis (CMVT). Multivariate logistic regression analysis showed that preoperative arrhythmia (OR = 2.236, 95% CI 1.011–4.943, $P = 0.047$), high preoperative platelet count (OR = 1.006, 95% CI 1.002–1.010, $P = 0.007$), high preoperative D-dimer concentration (OR = 1.203, 95% CI 1.046–1.383, $P = 0.010$), intraoperative hypotension (OR = 1.010, 95% CI 1.002–1.019, $P = 0.020$), and intraoperative norepinephrine application (OR = 3.796, 95% CI 1.697–8.492, $P = 0.001$) were risk factors for new DVT formation in AICU patients after general anesthesia. History of regular intake of aspirin (OR = 0.176, 95% CI 0.060–0.518, $P = 0.002$) was protective factor. **Conclusion** Preoperative arrhythmia, high preoperative platelet count, high preoperative D-dimer concentration, intraoperative hypotension, and administration of intraoperative norepinephrine are risk factors for new DVT within 6 hours after general anesthesia in AICU patients.

【Key words】 Lower extremity deep vein thrombosis; General anesthesia; Anesthesia intensive care unit; Risk factors

DOI:10.12089/jca.2024.01.011

作者单位:450003 郑州市,河南省人民医院麻醉与围术期医学科

通信作者:张加强,Email:hnmzxh@163.com

深静脉血栓 (deep vein thrombosis, DVT) 是住院手术患者中最常见的并发症之一, 可能导致肺栓塞。静脉血栓常首发于瓣膜的囊袋或肌间静脉, 多数始于小腿^[1-2]。小腿肌间静脉血栓 (muscular calf vein thrombosis, CMVT) 可直接引起肺栓塞, 也可由 CMVT 蔓延引起大腿主干 DVT 进而引起肺栓塞^[3], 但临床重视不足。全麻术后患者转入麻醉重症监护室 (anesthesia intensive care unit, AICU) 后 6 h 内行常规下肢静脉血栓超声筛查时, 发现下肢静脉血流缓慢瘀滞甚至 CMVT 形成很常见。目前全麻术后患者 6 h 内血栓形成情况研究较少, 本研究通过筛选全麻术后 6 h 内在 AICU 中患者新发 DVT 的危险因素, 以期临床识别高危患者提供参考。

资料与方法

一般资料 本研究为回顾性分析, 经医院医学伦理委员会批准 (2021 伦理第 12 号)。收集 2022 年 5—8 月, 择期全麻术后带气管插管转入 AICU 患者的病历资料, 性别不限, 年龄 18~85 岁, BMI 18~31 kg/m², ASA II 或 III 级。手术类型包括颅脑手术、头颈颌面手术、胸科、腹盆腔脏器手术 (肝胆、胃肠、泌外、妇科) 和脊柱四肢手术, 术前行下肢静脉彩超且血流通畅, 术中采用静-吸复合麻醉, 手术时间 > 60 min。排除标准: 术中应用肝素, 术中使用弹力袜、间歇性充气加压等 DVT 预防措施, 术前、术后昏迷以及其他无法配合的情况, 临床资料不完整。

麻醉方法 入室后常规监测 ECG、BP、SpO₂ 等。麻醉诱导: 静脉给予咪达唑仑 0.03~0.05 mg/kg、舒芬太尼 0.2~0.5 μg/kg、依托咪酯 0.2~0.6 mg/kg、罗库溴铵 0.6 mg/kg 或顺式阿曲库铵 0.15 mg/kg, 待药物起效后行气管插管, 通气参数设置: V_T 6~8 ml/kg、RR 12~16 次/分、I:E 1:2, 维持 P_{ET}CO₂ 35~45 mmHg。麻醉维持: 泵入丙泊酚 4~6 mg/kg 和瑞芬太尼 0.1~0.15 μg·kg⁻¹·min⁻¹, 维持 BIS 40~60, 术中出现低血压时给予去甲肾上腺素单次或持续泵注。术毕所有患者入 AICU 后连接呼吸机行同步间歇指令通气, 通气参数: V_T 6~8 ml/kg, I:E 1:2, FiO₂、RR 和 PEEP 根据患者实际需要灵活调整。小剂量镇静镇痛药物持续泵注至患者呼吸意识平稳恢复, 所有患者在术后 1~2 h 恢复意识肢体可配合活动, 不需要呼吸机辅助呼吸者可拔除气管导管。

DVT 诊断 入 AICU 后 6 h 内, 由具有超声科 5 年以上工作经验的专科医师使用便携式超声床旁

行双侧髂外、股总、胫前、胫后静脉、腓静脉及以下各段肌间静脉检查以诊断 DVT, 诊断标准为: 血管内显示低回声充填, 管腔不能被探头压瘪, 彩色血流信号绕行或无血流信号。根据超声结果是否有新发 DVT 将患者分为两组: DVT 组和非 DVT 组。

数据收集 通过医院电子病历信息管理系统和麻醉手术临床信息系统获取患者基线资料、麻醉手术资料及实验室检查资料。术前基线资料: 性别、年龄、BMI、吸烟史、高血压、糖尿病、冠心病、脑梗死、阿司匹林及他汀类药物应用史、是否肿瘤、心律失常 (术前 ECG 提示室上性早搏、室性早搏、窦性心动过速、窦性心动过缓或传递阻滞)。术中资料: 手术体位、手术类型、手术时间、术中出血量、尿量、输血情况、输液量、术中低血压 (MAP 下降幅度超过术前基础值 20%) 时间、术中去甲肾上腺素用量。实验室检查: 术前最后 1 次及术后第 1 次的 Hb、血小板、D-二聚体和患者入 AICU 后即刻血气分析中的血乳酸 (Lac) 结果。

统计分析 采用 SPSS 25.0 软件进行数据分析。正态分布计量资料以均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用独立样本 *t* 检验; 非正态分布计量资料以中位数和四分位数间距 [*M*(*IQR*)] 表示, 组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料以例 (%) 表示, 组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率检验。将单因素分析 *P* < 0.30 的因素纳入多因素 Logistic 回归分析, 并采用逐步进入法进行变量筛选, 筛选全麻术后 6 h 内在 AICU 中新发 DVT 的独立危险因素。 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

本研究共纳入患者 192 例, 其中有 64 例 (33.3%) 患者入 AICU 6 h 内行下肢静脉超声提示新发 DVT, 且均为 CMVT, 未检出近端静脉血栓。

与非 DVT 组比较, DVT 组吸烟、肿瘤比例明显升高, 合并冠心病和服用阿司匹林、他汀类药物的比例明显降低, 术中俯卧位比例明显降低 (*P* < 0.05) (表 1—2)。

与非 DVT 组比较, DVT 组术前最后 1 次 D-二聚体明显升高 (*P* < 0.05) (表 3)。

将单因素分析 *P* < 0.3 的因素纳入多因素 Logistic 回归分析, 结果显示, 术前心律失常、术前血小板计数及 D-二聚体浓度高、术中低血压、术中应用去甲肾上腺素是全麻术后 AICU 新发 DVT 的危险因素, 术前阿司匹林规律服用史是全麻术后 AICU

表 1 两组患者一般情况的比较

| 指标 | DVT 组 (n=64) | 非 DVT 组 (n=128) | P 值 |
|-------------------------|-----------------|--------------------|-------|
| 男/女(例) | 34/30 | 71/57 | 0.758 |
| 年龄(岁) | 66.5±9.1 | 62.3±8.2 | 0.092 |
| BMI(kg/m ²) | 23.9±4.6 | 24.2±4.5 | 0.671 |
| ASA II/III 级(例) | 34/30 | 79/49 | 0.378 |
| 吸烟史[例(%)] | 28(43.8) | 37(28.9) | 0.040 |
| 高血压[例(%)] | 28(43.8) | 62(48.4) | 0.539 |
| 糖尿病[例(%)] | 19(29.7) | 33(25.8) | 0.566 |
| 冠心病[例(%)] | 7(10.9) | 33(25.8) | 0.017 |
| 脑梗死[例(%)] | 9(14.1) | 29(22.7) | 0.159 |
| 阿司匹林[例(%)] | 14(21.9) | 36(28.1) | 0.003 |
| 他汀类[例(%)] | 7(10.9) | 26(20.3) | 0.008 |
| 肿瘤[例(%)] | 43(67.2) | 60(46.9) | 0.008 |
| 心律失常[例(%)] | 17(26.6) | 24(18.8) | 0.193 |

新生 DVT 的保护因素($P<0.05$)(表 4)。

讨 论

AICU 中多为手术复杂、手术时间长(本研究中平均手术时间 >4 h)、年龄大(本研究中平均年龄 >65 岁)、术前合并不同慢性病的危重患者,术后需要密切监护治疗且可能较久卧床,是围术期 DVT 发生的中高危人群^[4]。对于该类患者群体全麻术后早期下肢静脉血栓形成情况的了解有重要意义,但研究较少。彩色多普勒超声床旁检查诊断具有方便快捷的优势和较高的特异性和敏感性。本研究在全麻术后转入 AICU 6 h 内行床旁双下肢静脉超声检查,发现早期新生 DVT 主要为 CMVT,发生率为 33.3%。全麻术后 DVT 的发生率差异较大,李晗迪等^[5]研究表明,老年患者胫骨高位截骨术后下肢深静脉血栓的发生率为 39%,且多数为 CMVT。

术前血小板计数较高和 D-二聚体^[6]浓度较高表明患者血液呈高凝状态^[7],在手术创伤刺激下,机体凝血纤溶系统处于显著的激活状态^[8],全身麻醉使下肢静脉依靠肌肉收缩回流的功能失效造成

表 2 两组患者术中相关情况的比较

| 指标 | DVT 组 (n=64) | 非 DVT 组 (n=128) | P 值 |
|------------|------------------------|------------------------|-------|
| 手术体位[例(%)] | | | 0.027 |
| 平卧 | 53(82.8) | 93(72.7) | |
| 俯卧 | 2(3.1) | 21(16.4) | |
| 侧卧 | 9(14.1) | 14(10.9) | |
| 手术类型[例(%)] | | | 0.287 |
| 颅脑手术 | 14(21.9) | 19(14.8) | |
| 头颈颌面手术 | 5(7.8) | 15(11.7) | |
| 胸科手术 | 3(4.7) | 10(7.8) | |
| 腹盆腔脏器手术 | 35(54.7) | 59(46.2) | |
| 脊柱四肢手术 | 7(10.9) | 25(19.5) | |
| 手术时间(min) | 277.5 (168.8~407.5) | 270.0 (180.1~325.3) | 0.799 |
| 术中出血量(ml) | 100(57~300) | 100(50~300) | 0.878 |
| 术中尿量(ml) | 600 (300~1 075) | 550 (300~1 000) | 0.646 |
| 输注红细胞(U) | 0(0~2.0) | 0(0~2.0) | 0.955 |
| 输注血浆(ml) | 0(0~275.0) | 0(0~187.5) | 0.862 |
| 输血量(ml) | 2 000 (1 225~3 000) | 2 000 (1 250~2 600) | 0.751 |
| 低血压时间(min) | 15.0(0~48.8) | 5.0(0~20.0) | 0.114 |
| 去甲肾上腺素(mg) | 0(0~0.8) | 0(0~0.2) | 0.079 |

其血液回流缓慢^[9],这都将促进血栓形成。术前有规律口服阿司匹林的患者,即便在术前常规停用亦或有部分患者应用了低分子肝素进行桥接,都可能改变了这种高凝状态,而成为全麻术后早期肌间静脉血栓形成的保护性因素,术后患者应用抗凝药物对其下肢静脉血栓的预防及治疗是有益的^[10],但对于术前高凝患者是否需要术前即给予抗凝处理,是否因此增加术中出血量还有待进一步研究。

术中低血压和去甲肾上腺素的使用使外周组织经历了缺血-再灌注损伤从而损伤了血管内皮而

表 3 两组患者不同时点实验室指标的比较 [M(IQR)]

| 指标 | DVT 组 (n=64) | 非 DVT 组 (n=128) | P 值 |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|--------|
| 术前最后 1 次 Hb(g/L) | 120(116~125) | 126(121~128) | 0.177 |
| 术后第 1 次 Hb(g/L) | 113(103~130) | 121(111~133) | 0.059 |
| 术前最后 1 次血小板($\times 10^9/L$) | 219(159~289) | 205(159~255) | 0.284 |
| 术后第 1 次血小板($\times 10^9/L$) | 186(150~244) | 190(146~229) | 0.959 |
| 术前最后 1 次 D-二聚体(mg/L) | 1.2(0.5~2.7) | 0.5(0.3~1.0) | <0.001 |
| 术后第 1 次 D-二聚体(mg/L) | 3.3(1.4~4.5) | 2.1(0.9~4.3) | 0.284 |
| 术后入 AICU 即刻 Lac(mmol/L) | 1.2(0.9~1.9) | 1.1(0.9~1.6) | 0.959 |

表 4 全麻术后入 AICU 后新发 DVT 多因素 Logistic 分析

| 指标 | OR 值 | 95%CI | P 值 |
|-------------|-------|-------------|-------|
| 术前阿司匹林规律服用史 | 0.176 | 0.060~0.518 | 0.002 |
| 术前心律失常 | 2.236 | 1.011~4.943 | 0.047 |
| 术前血小板计数 | 1.006 | 1.002~1.010 | 0.007 |
| 术前 D-二聚体 | 1.203 | 1.046~1.383 | 0.010 |
| 术中低血压 | 1.010 | 1.002~1.019 | 0.020 |
| 术中应用去甲肾上腺素 | 3.796 | 1.697~8.492 | 0.001 |

成为术后 DVT 的危险因素,本研究中出现的低血压绝大多数患者出现在麻醉诱导后^[11],与患者血容量及心血管系统疾病导致血管张力调节能力变弱相关,如血管内皮功能的障碍、动脉粥样硬化、心功能储备减少及植物神经功能受损等。因此,个体化的容量复苏及血管张力管理对该类患者显得尤为重要。低血压时去甲肾上腺素持续泵注有利于维持稳定的器官及组织灌注,且未出现血乳酸的异常,但即便小剂量去甲肾上腺素也有促进血小板活化和聚集的作用^[12]。老年患者在 BIS 等监测下保持适当麻醉深度是减少血管活性药物应用的措施之一。此外,腓静脉的 3 个分支胫前静脉、腓静脉及胫后静脉的回流主要依靠伴随动脉的搏动及下肢肌肉的收缩^[13],全麻低血压期间肌间静脉的血液回流减慢,双下肢间断应用气压泵治疗^[14],或应用神经肌肉电刺激仪诱发下肢肌肉收缩^[15-16],均能较好维持血管张力并减少血流淤滞,对预防围术期 DVT 效

果确切。

年龄和手术时间延长是术后 DVT 的危险因素^[17-19],但本研究中患者的平均年龄较高、平均手术时间较长。与既往研究结果不同的是,本研究结果显示术前合并心律失常是全麻术后早期肌间静脉血栓形成的独立危险因素,老年患者的心律失常多提示循环系统器质性病变的存在且多数尚未引起足够的重视并进行规范治疗,术前合并心律失常比年龄因素更有意义,这类患者风险较大^[20],临床工作中应引起足够重视。

本研究存在以下局限性。第一,受样本数量的影响未进一步对患者的心律失常分型、肿瘤分期行统计分析,且缺失截石位患者。第二,患者在入 AICU 后行双下肢静脉彩超检查前床旁护士是否给予翻身拍背及变换体位活动下肢的操作也可能影响术后床旁彩超的结果。第三,本研究为单中心观察性研究,可能存在偏倚,结果准确性还有待多中心、大样本量前瞻性研究进一步证实。

综上所述,全麻术后转入麻醉重症监护室的患者早期新生 DVT 多为 CMVT,且发生率较高。术前心律失常、术前血小板计数及 D-二聚体浓度高、术中低血压、术中应用去甲肾上腺素是全麻术后 AICU 新发 DVT 的危险因素,对于此类患者在术后需要及时排查预防及治疗,以防更为严重并发症的发生。

参 考 文 献

- [1] Heller T, Becher M, Krüger JC, et al. Isolated calf deep venous thrombosis: frequency on venous ultrasound and clinical characteristics. BMC Emerg Med, 2021, 21(1): 126.
- [2] Andriyashkin AV, Loban KM, Kalinina AA, et al. Risk factors

- of venous thromboembolism after incisional ventral hernia repair. *Hernia*, 2023, 27(4): 895-899.
- [3] Zhuang Q, He Q, Aikebaier A, et al. The risk factors for new-onset calf muscle venous thrombosis after hip fracture surgery. *J Pers Med*, 2023, 13(2):257.
- [4] Hoofnagle MH, Hess A, Nalugo M, et al. Defects in vein valve PROX1/FOXC2 antithrombotic pathway in endothelial cells drive the hypercoagulable state induced by trauma and critical illness. *J Trauma Acute Care Surg*, 2023, 95(2): 197-204.
- [5] 李晗迪, 郑义, 王茂林, 等. 胫骨高位截骨术后下肢深静脉血栓形成的预防及危险因素分析. *中华骨科杂志*, 2023, 43(13): 907-914.
- [6] Sakamoto T, Murakami Y, Hanaki T, et al. Evaluation of perioperative D-dimer concentration for predicting postoperative deep vein thrombosis following hepatobiliary-pancreatic surgery. *Surg Today*, 2023, 53(7): 773-781.
- [7] 仲伟喜, 黄冠东, 黄剑吟, 等. 血栓弹力图联合常规凝血功能在术前创伤患者深静脉血栓形成的预测价值. *中华急诊医学杂志*, 2023, 32(5): 600-605.
- [8] Deng W, Huo L, Yuan Q, et al. Risk factors for venous thromboembolism in patients with diabetes undergoing joint arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22(1): 608.
- [9] Houghton DE, Ashrani A, Liedl D, et al. Reduced calf muscle pump function is a risk factor for venous thromboembolism: a population-based cohort study. *Blood*, 2021, 137(23): 3284-3290.
- [10] Ro A, Kageyama N, Mukai T. Pathophysiology of venous thromboembolism with respect to the anatomical features of the deep veins of lower limbs: a review. *Ann Vasc Dis*, 2017, 10(2): 99-106.
- [11] 李成, 郑栋煜, 袁红斌, 等. 全麻诱导期血流动力学管理的研究进展. *临床麻醉学杂志*, 2022, 38(5): 544-548.
- [12] Singh S, Damén T, Dellborg M, et al. Intraoperative infusion of noradrenaline improves platelet aggregation in patients undergoing coronary artery bypass grafting: a randomized controlled trial. *J Thromb Haemost*, 2019, 17(4): 657-665.
- [13] Kiguchi MM, Schobel H, TenEyck E, et al. The risks and benefits of early venous thromboembolism prophylaxis after elective spinal surgery: a single-centre experience. *J Perioper Pract*, 2022, 32(11): 286-294.
- [14] Fu W, Zhang Q, Sun X, et al. Influences of antithrombotic elastic socks combined with air pressure in reducing lower extremity deep venous thrombosis for patients undergoing cardiothoracic surgery. *Comput Math Methods Med*, 2022, 2022: 1338214.
- [15] 陈黎敏, 葛建林, 叶红, 等. 体感诱发电位监测预防脊柱手术患者下肢深静脉血栓形成的效果. *中华麻醉学杂志*, 2020, 40(4): 390-394.
- [16] Dutta A, Zhao F, Cheung M, et al. Cerebral and muscle near-infrared spectroscopy during lower-limb muscle activity-volitional and neuromuscular electrical stimulation. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*, 2021, 2021: 6577-6580.
- [17] Zhang D, Dyer G, Earp BE. Venous thromboembolism after total shoulder arthroplasty: a database study of 31,918 cases. *J Am Acad Orthop Surg*, 2022, 30(19): 949-956.
- [18] Song D, Song W, Li P, et al. Analysis of risk factors of lower extremity deep venous thrombosis in patients undergoing hepatobiliary surgery. *Biotechnol Genet Eng Rev*, 2023: 1-12.
- [19] Liu J, Sang C, Zhang Z, et al. Correlation between serum factor VIII: C levels and deep vein thrombosis following gynecological surgery. *Bioengineered*, 2021, 12(2): 9668-9677.
- [20] Mocanu V, Verhoeff K, Sinclair K, et al. Atrial dysrhythmias are independent predictors of serious complications and 30-day mortality after elective bariatric surgery: a retrospective study of 731,981 patients. *Surg Obes Relat Dis*, 2023, 19(3): 204-211.

(收稿日期:2023-03-08)