

本文引用: 吴旋, 赵庭浩, 王亚松, 等. 胸主动脉腔内修复术后预防性应用非甾体抗炎药发生植入后综合征患者的临床特征及相关因素分析[J]. 中国动脉硬化杂志, 2025, 33(7): 563-570. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2025.07.002.

[文章编号] 1007-3949(2025)33-07-0563-08

· 主动脉瘤与主动脉夹层防治专栏 ·

胸主动脉腔内修复术后预防性应用非甾体抗炎药发生植入后综合征患者的临床特征及相关因素分析

吴旋^{1,2}, 赵庭浩¹, 王亚松¹, 周铁楠¹, 王效增¹

1. 北部战区总医院心血管内科, 辽宁省沈阳市 110016; 2. 中国医科大学研究生院, 辽宁省沈阳市 110122

[摘要] **[目的]** 探讨胸主动脉腔内修复术(TEVAR)后预防性应用非甾体抗炎药(NSAID)发生植入后综合征(PIS)患者的临床特征及相关因素。**[方法]** 回顾性连续纳入2013年9月—2024年4月期间于北部战区总医院接受TEVAR后预防性应用NSAID的患者510例。根据术后是否发生PIS分为PIS组(34例,占6.67%)和非PIS组(476例,占93.33%)。比较两组间一般资料、既往病史及手术特征等,采用单因素和多因素Logistic回归分析发生PIS的危险因素。应用ROC曲线分析评价各危险因素对PIS的检测效能。**[结果]** 对比PIS组和非PIS组患者的基线数据和临床特征,PIS组患者性别为男性、入院时胸背痛、入院时肢体缺血、入院时收缩压、住院期间应用血管紧张素转化酶抑制剂(ACEI)/血管紧张素受体阻滞剂(ARB)类药物、术前白细胞(WBC)计数、股动脉切开入路均较非PIS组增加,而年龄、术前估算的肾小球滤过率(eGFR)水平、住院期间应用他汀类药物较非PIS组降低,差异均有统计学意义。PIS组患者术后C反应蛋白水平、术后住院期间临床不良事件发生率和术后住院时长较非PIS组增加。术后30天随访,两组主动脉不良事件发生率差异无显著性($P < 0.05$)。单因素和多因素Logistic回归分析发现,患者年龄 < 60 岁($OR = 4.671, 95\% CI: 1.348 \sim 16.188, P = 0.015$)、术前WBC计数增加($OR = 3.582, 95\% CI: 1.469 \sim 8.735, P = 0.005$)、股动脉切开入路($OR = 8.339, 95\% CI: 1.849 \sim 37.610, P = 0.006$)是PIS发生的独立危险因素。ROC曲线分析结果显示,患者年龄 < 60 岁、术前WBC计数增加、股动脉切开入路及三项联合预测TEVAR术后PIS发生的曲线下面积分别为0.653(95% CI: 0.573 ~ 0.733)、0.686(95% CI: 0.600 ~ 0.771)、0.699(95% CI: 0.627 ~ 0.770)、0.826(95% CI: 0.765 ~ 0.887)。**[结论]** TEVAR术后预防性应用NSAID后仍有部分患者发生PIS。年龄 < 60 岁、术前WBC计数增加、股动脉切开入路是预防性用药后PIS发生的独立危险因素,且随着患者合并独立危险因素数目的增加,PIS发生率呈上升趋势。

[关键词] 胸主动脉腔内修复术; 非甾体抗炎药; 植入后综合征; 独立危险因素

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

Analysis of clinical characteristics and related factors of patients with post-implantation syndrome following prophylactic application of non-steroidal anti-inflammatory drugs after thoracic endovascular aortic repair

WU Xuan^{1,2}, ZHAO Tinghao¹, WANG Yasong¹, ZHOU Tienan¹, WANG Xiaozeng¹

1. Department of Cardiology, General Hospital of Northern Theater Command, Shenyang, Liaoning 110016, China;

2. Graduate School of China Medical University, Shenyang, Liaoning 110122, China

[ABSTRACT] **Aim** To investigate the clinical characteristics and related factors of post-implantation syndrome (PIS) following the prophylactic application of non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAID) after thoracic endovascular aortic repair (TEVAR). **Methods** A total of 510 adult patients who had received prophylactic NSAID after TEVAR at General Hospital of Northern Theater Command from September 2013 to April 2024 were consecutively included in the study. The patients were divided into two groups based on the occurrence of PIS postoperatively: the PIS group (34 patients, 6.67%) and the non-PIS group (476 patients, 93.33%). General information, past medical history and surgical

[收稿日期] 2024-09-30

[修回日期] 2025-01-08

[基金项目] 辽宁省“兴辽英才计划”资助项目(XLYC2008004)

[作者简介] 吴旋, 硕士研究生, 研究方向为炎症与主动脉疾病, E-mail: wxuan217@163.com。通信作者王效增, 博士, 主任医师, 教授, 博士研究生导师, 研究方向为心血管疾病的临床研究, E-mail: wxiaozeng@163.com。

features were compared between the two groups. Univariate and multivariate Logistic regression analysis were used to identify predictors of PIS. The ROC curve was used to assess the overall diagnostic performance of the risk factors.

Results The baseline data and clinical characteristics of PIS group and non-PIS group were compared. The rate of gender as male, chest and back pain on admission, limb ischaemia on admission, systolic blood pressure on admission, use of angiotensin converting enzyme inhibitor (ACEI)/angiotensin receptor blocker (ARB) drugs during hospitalization, preoperative white blood cell (WBC) count and surgical approach involving an incision in PIS group were higher than those in non-PIS group, and the age, preoperative estimated glomerular filtration rate (eGFR) level and use of statin drugs during hospitalization were lower than those in non-PIS group, all differences were statistically significant. Postoperative C-reactive protein level, incidence of clinical adverse events during postoperative hospitalization, and time of postoperative hospitalization were increased in PIS group compared with those in non-PIS group. There was no significant difference in the incidence of aortic adverse events between the two groups ($P < 0.05$). Univariate and multivariate Logistic regression analysis identified patients' age < 60 years ($OR = 4.671$, 95% CI : 1.348 ~ 16.188, $P = 0.015$), increased preoperative WBC count ($OR = 3.582$, 95% CI : 1.469 ~ 8.735, $P = 0.005$), and surgical approach involving an incision ($OR = 8.339$, 95% CI : 1.849 ~ 37.610, $P = 0.006$) as independent predictors for PIS. The results of the ROC curve analysis showed that the area under the curve of patients' age < 60 years, increased preoperative WBC count, femoral arteriotomy access, and the three combined diagnoses in predicting the occurrence of PIS after TEVAR were 0.653 (95% CI : 0.573 ~ 0.733), 0.686 (95% CI : 0.600 ~ 0.771), 0.699 (95% CI : 0.627 ~ 0.770), 0.826 (95% CI : 0.765 ~ 0.887).

Conclusion Despite the prophylactic use of NSAID, some patients develop PIS after TEVAR. Patients' age < 60 years, elevated preoperative WBC count, and femoral artery incision approach are independent risk factors for PIS after preventive medication. Additionally, the incidence of PIS increased with the number of independent risk factors present.

[**KEY WORDS**] thoracic endovascular aortic repair; non-steroidal anti-inflammatory drug; post-implantation syndrome; independent predictors

胸主动脉腔内修复术 (thoracic endovascular aortic repair, TEVAR) 是 B 型主动脉夹层 (type B aortic dissection, TBAD)、胸主动脉穿透性溃疡等胸主动脉疾病的重要治疗措施。与传统外科手术相比, TEVAR 手术具有创伤小、恢复快、术后炎症反应强度相对较低等优点^[1-6], 但是其围手术期并发症风险不容忽视。植入后综合征 (post-implantation syndrome, PIS) 是 TEVAR 术后并发症中的一种, 最早由 Velázquez 等^[7]在腹主动脉瘤行腔内治疗后的患者中观察到。PIS 目前尚没有统一的定义, 其通常被认为是 TEVAR 术后的一种无菌性炎症, 多在术后 48 h 内出现, 主要临床表现为非感染性的发热、白细胞 (white blood cell, WBC) 增多、C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP) 升高等与炎症反应相关的表现^[8]。PIS 通常为自限性, 一般在术后 5 ~ 7 天内症状缓解或消退, 升高的炎症因子也多在第 1 个月内显著下降。既往有研究^[8-11]表明, 发生与不发生 PIS 的患者群体间术后不良事件发生率差异无统计学意义; 但 Arnaoutoglou 等^[12-13]的两项前瞻性研究提示, PIS 可能与术后 30 天以及 1 年不良事件的发生率增加有关。因此, 仍需对 PIS 进行深入研究, 探讨 PIS 对患者预后的影响, 以及如何预防、治疗 PIS, 以降低 TEVAR 治疗患者围手术期风险。《胸主动脉腔内治疗围手术期管理中国专家共识》^[14]中

建议, 对于术后发生 PIS 并需治疗的患者, 可首选非甾体抗炎药 (non-steroidal anti-inflammatory drug, NSAID) 以降低患者炎症反应强度, 同时 NSAID 也可影响围手术期的细胞因子水平, 从而对 PIS 产生影响^[4,15], 但仍需对 NSAID 与 PIS 的关系进行研究。本研究旨在分析 TEVAR 术后预防性应用 NSAID 后仍发生 PIS 患者的临床特征及相关因素, 为行 TEVAR 治疗的患者临床应用 NSAID 提供依据。

1 资料和方法

1.1 研究对象

连续筛选自 2013 年 9 月—2024 年 4 月因胸主动脉疾病就诊于北部战区总医院心血管内科行 TEVAR 治疗, 并且术后预防性应用 NSAID (吲哚美辛 25 mg, 3 次/d 或洛索洛芬钠片 60 mg, 3 次/d) 的成年患者 861 例。纳入标准: (1) 年龄 ≥ 18 岁; (2) 于本院行 TEVAR 治疗; (3) 术后预防性应用 NSAID。排除标准: (1) 外伤性主动脉夹层、马方综合征合并主动脉夹层; (2) 开放手术联合腔内修复术; (3) 有术前感染证据, 如入院时发热、术前发热或 $WBC > 12 \times 10^9 L^{-1}$; (4) 既往 TEVAR 或主动脉相关开放手术治疗史; (5) 30 天内手术或大的创伤; (6) 入院时

患有恶性肿瘤;(7)应用化疗药物、免疫抑制剂/调节剂;(8)术后明确感染;(9)临床及随访数据不完整者。最终纳入 510 例患者,其中 TBAD 419 例,主动脉穿透性溃疡伴壁内血肿 91 例。根据术后是否发生 PIS 将患者分为 PIS 组(34 例)和非 PIS 组(476 例)(图 1)。本研究经中国人民解放军北部战区总医院医学伦理委员会审查批准[伦审 Y(2024)235 号]。

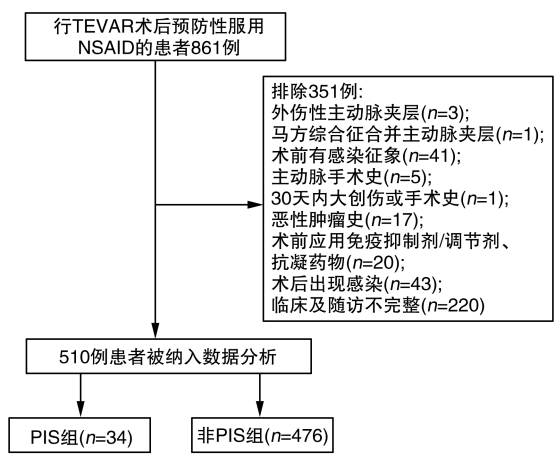


图 1. 研究对象入选流程图

Figure 1. Flow chart of the selection of research subjects

1.2 资料收集

(1)临床资料收集:收集所有患者的临床资料,包括一般人口学特征(如年龄、性别等)、身高、体重、高血压(收缩压 ≥ 140 mmHg 和/或舒张压 ≥ 90 mmHg)、冠心病(冠状动脉造影或冠状动脉增强 CT 显示血管狭窄 $\geq 50\%$)等。

(2)实验室检查:所有患者入院后均收入心血管内科监护室,清晨空腹静脉采血后,送实验室待测。采用 XT-2000i 全自动血液分析仪(日本希森美康公司)检测血红蛋白、WBC、血小板;采用 Cobas C501 全自动生物化学分析仪(瑞士罗氏公司)检测肌酸激酶、肌酸激酶同工酶、肌钙蛋白 T、血肌酐、C 反应蛋白。估算的肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)采用改良 MDRD 公式计算,其中男性 $eGFR [mL/(min \cdot 1.73 m^2)] = 175 \times \text{血肌酐} (mg/dL)^{-1.234} \times \text{年龄}^{-0.179}$, 女性 $eGFR [mL/(min \cdot 1.73 m^2)] = 175 \times \text{血肌酐} (mg/dL)^{-1.234} \times \text{年龄}^{-0.179} \times 0.79$ 。

(3)随访资料收集:随访资料的收集是由专门的随访工作人员定期通过电话对患者或家属进行随访后填写病历报告表并登记入库。

1.3 TEVAR

患者均收入心血管内科监护室,予以相应生命

支持治疗,密切监测患者血压、心率,应用口服药物(必要时可静脉给药)将患者血压控制在(100 ~ 120)/(70 ~ 80) mmHg,心率 60 ~ 70 次/min,适当予以通便治疗。同时完善实验室检查,待患者病情平稳后择期手术。对于有灌注不良、破裂或先兆破裂的复杂型 TBAD 患者应尽早行 TEVAR。所有患者均于本院心内科导管室行 TEVAR 治疗,TEVAR 治疗均严格按照本院标准术式^[16]。

1.4 定义

PIS 定义为术后体温 ≥ 37.5 °C 伴术后 WBC 计数 $\geq 12.0 \times 10^9 L^{-1}$ 或术后体温 ≥ 37.5 °C 伴术后 WBC 显著升高。术后 WBC 显著升高指患者术前 WBC 计数正常但术后 WBC 计数 $>10.0 \times 10^9 L^{-1}$ 且绝对值相比术前增加 $2 \times 10^9 L^{-1}$ 以上。肢体缺血指查体发现脉搏缺如、未触及股动脉搏动,皮温减低、发凉,伴肢体疼痛。术后住院期间临床不良事件指包括伤口延迟愈合、因病情需要再次 TEVAR 或转外科治疗、全因死亡等住院期间术后不良事件。30 天主动脉不良事件包括术后 30 天内发生主动脉源性死亡、内漏、支架远端溃疡形成、肢体缺血症状、主动脉夹层逆撕等事件。本研究 TEVAR 术后预防性应用 NSAID 的 510 例患者中,有 34 例(6.67%)患者于术后 72 h 内体温及实验室指标满足 PIS 定义,因此将患者分为 PIS 组(34 例)和非 PIS 组(476 例)。

1.5 统计学处理方法

采用 SPSS27.0.1.0 软件进行统计学分析,计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 或中位数和四分位数表示,组间比较采用 t 检验或秩和检验;计数资料采用例数和百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验或者 Fisher 精确概率检验。采用二元 Logistic 回归分析探索 TEVAR 预防性应用 NSAID 后发生 PIS 的危险因素,单因素 Logistic 回归分析 $P < 0.05$ 的变量纳入多因素 Logistic 回归。所有检验均为双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 PIS 组与非 PIS 组的基线数据及临床特征

PIS 组 34 例患者中,男性 32 例,女性 2 例,年龄(49.06 $\pm$ 8.25)岁;非 PIS 组 476 例患者中,男性 380 例,女性 96 例,年龄(55.54 $\pm$ 11.55)岁。对比 PIS 组与非 PIS 组患者的基线数据和临床特征,结果显示 PIS 组患者男性占比、入院时胸背痛、入院时肢体缺血、入院时收缩压、住院期间应用血管紧张素转

化酶抑制剂(angiotensin converting enzyme inhibitor, ACEI)/血管紧张素受体阻滞剂(angiotensin receptor blocker, ARB)类药物、术前 WBC 计数、股动脉切开

入路,较非 PIS 组均增加(P 均 <0.05),而年龄、术前 eGFR 水平、住院期间应用他汀类药物较非 PIS 组都降低,差异均有统计学意义(P 均 <0.05 ;表 1)。

表 1. 两组患者基线特征及手术相关资料比较

Table 1. Comparison of baseline and surgical data between the two groups of patients

项目	非 PIS 组($n=476$)	PIS 组($n=34$)	$t/\chi^2/z$ 值	P
年龄/岁	55.54±11.55	49.06±8.25	4.29	<0.001
男性/[例(%)]	380(79.8)	32(94.1)	4.172	0.041
体质指数/(kg/m ²)	26.14±3.67	26.63±4.53	-0.745	0.088
吸烟史/[例(%)]	296(62.2)	26(76.5)	2.783	0.095
饮酒史/[例(%)]	233(48.9)	16(47.1)	0.045	0.831
冠心病史/[例(%)]	48(10.1)	3(8.8)	0	1
高血压史/[例(%)]	386(81.1)	29(85.3)	0.37	0.543
脑血管病史/[例(%)]	49(10.3)	1(2.9)	1.198	0.235
糖尿病史/[例(%)]	24(5.0)	1(2.9)	0.019	1
慢性肾脏病史/[例(%)]	24(5.0)	2(5.9)	0	1
入院时肢体缺血/[例(%)]	26(5.5)	7(20.6)	9.628	0.004
入院时胸背痛/[例(%)]	252(52.9)	24(70.6)	3.98	0.046
入院时收缩压/mmHg	152.54±24.02	162.24±21.69	-2.287	0.023
入院时舒张压/mmHg	87.54±14.51	92.56±13.57	-1.907	0.057
入院时心率/(次/min)	82.06±14.79	85.35±10.53	-1.275	0.203
住院期间用药/[例(%)]				
ACEI/ARB	333(70.0)	31(91.2)	6.992	0.008
他汀类药物	362(76.1)	19(55.9)	6.831	0.009
β 受体阻滞剂	452(95.0)	34(100)	0.85	0.393
术前血红蛋白/(g/L)	134.87±17.26	140.09±13.16	-1.728	0.457
术前 WBC 计数/($\times 10^9$ L ⁻¹)	9.96(7.85, 11.55)	12.50(10.25, 14.60)	4.753	<0.001
术前血小板计数/($\times 10^9$ L ⁻¹)	212.90(153.50, 257.50)	180.15(142.50, 209.00)	-1.948	0.051
肌酸激酶/(U/L)	120.89(43.00, 110.00)	194.94(57.00, 196.50)	1.821	0.069
肌酸激酶同工酶/(U/L)	13.15(8.05, 13.65)	12.85(9.00, 17.35)	1.352	0.176
肌钙蛋白>0.05 μ g/L/[例(%)]	18(3.7)	3(8.8)	1.138	0.154
eGFR/[mL/(min $\cdot$ 1.73 m ²)]	106.87(80.73, 126.19)	85.36(59.06, 112.68)	-2.711	0.007
分期/[例(%)]			5.481	0.105
急性期	375(78.8)	31(91.2)		
亚急性期	73(15.3)	1(2.9)		
慢性期	28(5.9)	2(5.9)		
股动脉切开后入路/[例(%)]	258(54.2)	32(94.1)	20.419	<0.001
使用支架品牌/[例(%)]			0.257	1.000
Zenith(COOK 公司,美国)	211(44.3)	15(44.1)		
Valiant(Medtronic,公司,美国)	111(23.3)	8(23.5)		
Hercules(上海微创心脉医疗科技股份有限公司,中国)	132(27.7)	10(29.4)		
cTAG(Gore 公司,美国)	22(4.6)	1(2.9)		
支架放大率/%	12.08(6.67, 14.29)	11.94(6.62, 14.56)	0.192	0.847

2.2 术后住院期间临床不良事件及住院时长

与非 PIS 组比较,PIS 组患者术后住院时长、术后 CRP 水平及术后住院期间临床不良事件分别增加了 56.52%、47.29% 和 15.8% ($P<0.05$),其中 PIS 组患者有 7 例(20.6%)于术后住院期间发生伤

口延迟愈合;非 PIS 组患者有 21 例(4.4%)于术后发生伤口延迟愈合,有 2 例(0.4%)于术后住院期间发生内漏,其中 1 例支架近端内漏后行内科保守治疗,另外 1 例支架远端内漏后再次行 TEVAR 治疗(表 2)。

表 2. 两组 TEVAR 术后住院期间临床资料比较

Table 2. Comparison of clinical data between the two groups during the postoperative hospitalization of TEVAR

项目	非 PIS 组($n=476$)	PIS 组($n=34$)	$t/\chi^2/z$ 值	P
术后 CRP/(mg/L)	78.54(33.17,115.85)	115.68(57.45,172.61)	3.189	0.001
术后住院期间临床不良事件/[例(%)]	23(4.8)	7(20.6)	11.526	0.002
伤口延迟愈合	21(4.4)	7(20.6)	13.038	0.001
内漏	2(0.4)	0	0.000	1.000
术后住院时长/天	5.75(3.00,8.00)	9.00(4.50,11.00)	4.179	<0.001

2.3 随访及术后 30 天预后资料特征

术后 30 天随访,与非 PIS 组比较,PIS 组患者胸背痛比例增加(32.4% 比 14.3%, $P=0.005$)。在 TEVAR 术后 30 天随访结果中,两组主动脉相关不良事件发生率差异无统计学意义[4/34(11.8%) 比 25/476(5.3%), $P=0.119$;表 3]。

2.4 PIS 发生的影响因素分析

单因素 Logistic 回归分析显示,年龄<60 岁、术前 WBC 计数增加、术前血小板计数、术前心肌酶谱(肌酸激酶+肌酸激酶同工酶+肌钙蛋白 T)增高、院内应用 ACEI/ARB 类药物、院内应用他汀类药物、入院时有肢体缺血、入院时收缩压 ≥ 140 mmHg、股动脉切开入路为 TEVAR 术后预防性应用 NSAID 发生 PIS 的危险因素。多因素 Logistic 回归分析结果显示,年龄<60 岁、术前 WBC 计数增加、股动脉切开入路为 TEVAR 术后预防性应用 NSAID 发生 PIS 的

独立危险因素(表 4)。

表 3. TEVAR 术后 30 天两组随访资料比较

Table 3. Comparison of follow-up data between the two groups at 30 days after TEVAR

项目	非 PIS 组($n=476$)	PIS 组($n=34$)	$t/\chi^2/z$ 值	P
主动脉不良事件/[例(%)]	25(5.3)	4(11.8)	1.442	0.119
内漏	6(1.3)	1(2.9)	0.003	0.385
肢体缺血	14(2.9)	2(5.9)	0.195	0.289
升主动脉逆行撕裂	1(0.2)	0	0	1
覆膜支架远端溃疡	3(0.6)	0	0	1
主动脉源性死亡	1(0.2)	1(2.9)	1.085	0.129
全因死亡/[例(%)]	1(0.2)	1(2.9)	1.085	0.129
胸背痛/[例(%)]	68(14.3)	11(32.4)	7.913	0.005

表 4. TEVAR 术后发生 PIS 的 Logistic 回归分析

Table 4. Logistic regression analysis for incidence of post-implantation syndrome after TEVAR

项目	单因素分析			多因素分析		
	OR	95% CI	P	OR	95% CI	P
年龄<60 岁	6.745	2.033 ~ 22.378	0.002	4.671	1.348 ~ 16.188	0.015
入院时有肢体缺血	4.487	1.787 ~ 11.262	0.001	2.375	0.826 ~ 6.831	0.109
入院时收缩压 ≥ 140 mmHg	3.125	1.081 ~ 9.036	0.035	1.548	0.456 ~ 5.257	0.483
术前 WBC 计数增高	5.277	2.253 ~ 12.359	<0.001	3.582	1.469 ~ 8.735	0.005
术前血小板计数	0.995	0.989 ~ 1.000	0.046	0.998	0.992 ~ 1.004	0.459
术前心肌酶谱增高	2.621	1.247 ~ 5.507	0.011	1.802	0.774 ~ 4.194	0.172
院内应用 ACEI/ARB 药物	4.437	1.335 ~ 14.750	0.015	2.011	0.553 ~ 7.314	0.289
院内应用他汀类药物	0.399	0.196 ~ 0.810	0.011	0.920	0.414 ~ 2.044	0.838
股动脉切开入路	13.519	3.203 ~ 57.055	<0.001	8.339	1.849 ~ 37.610	0.006

2.5 不同数目危险因素患者 PIS 发生率

在不合并任何独立危险因素的患者中,PIS 发生率为 0(0/66);在合并 1 项独立危险因素的患者中,PIS 发生率为 1.28% (2/156);在合并 2 项独立危险因素的患者中,PIS 发生率为 4.40% (8/182);在同时合并 3 项独立危险因素的患者中,PIS 发生率为 22.64% (24/106)。随着患者合并独立危险因素数目的增加,PIS 的发生率呈现上升趋势(图 2)。

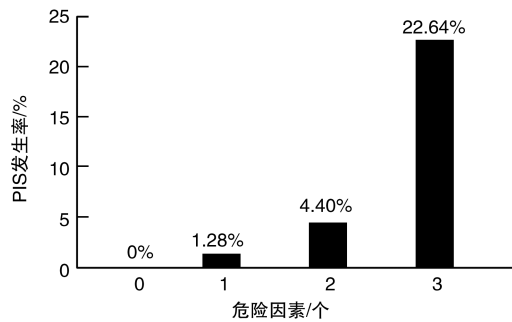


图 2. 不同数目危险因素患者 PIS 发生率
Figure 2. Incidence of PIS in patients with different numbers of risk factors

2.6 预测指标诊断 PIS 的 ROC 曲线分析

年龄<60 岁、术前 WBC 计数增加、股动脉切开入路以及三项联合诊断 PIS 的 ROC 曲线下面积 (area under the ROC curve, AUC) 分别为 0.653 (95% CI: 0.573 ~ 0.733)、0.686 (95% CI: 0.600 ~ 0.771)、0.699 (95% CI: 0.627 ~ 0.770)、0.826 (95% CI: 0.765 ~ 0.887)。三项联合诊断具有较好的预测性能,其灵敏度为 70.6%,特异度为 82.8% (图 3 和表 5)。

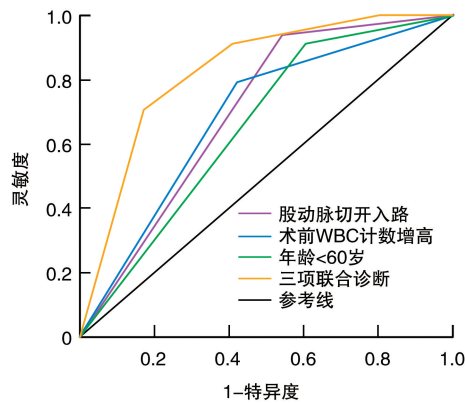


图 3. 各指标诊断 PIS 的受试者工作特征曲线
Figure 3. Receiver operating characteristic curves of various indicators for diagnosing PIS

表 5. 预测指标对 PIS 的诊断价值

指标	AUC(95% CI)	灵敏度	特异度	P
年龄<60 岁	0.653 (0.573 ~ 0.733)	0.912	0.395	0.003
术前 WBC 计数增高	0.686 (0.600 ~ 0.771)	0.794	0.578	<0.001
股动脉切开入路	0.699 (0.627 ~ 0.770)	0.941	0.456	<0.001
联合诊断	0.826 (0.765 ~ 0.887)	0.706	0.828	<0.001

3 讨论

炎症反应水平与主动脉疾病的发病机制与病情变化存在一定联系^[17-18],而 PIS 可以在一定程度上反映 TEVAR 术后患者体内的炎症反应水平。PIS 的发生机制尚不清楚,有人认为 PIS 可能与宿主对支架的免疫反应有关,在年轻患者体内,支架会激发更强的免疫反应,从而更容易达到以炎症反应水平为诊断依据的 PIS 诊断标准,这在既往的研究中得到了支持^[9,19],也有人认为不同的支架材质也会对 PIS 的发生产生影响,一项系统综述^[20]发现聚酯纤维材质的支架可能会增加 PIS 的发生风险。

本研究中,PIS 的发生率为 6.67%,这与既往研究中报道的 15.8% ~ 35% 的 PIS 发生率^[7,9,21-23]存在差异。这一差异可能不仅源于本研究采取了不同的诊断标准,还可能与本研究患者 TEVAR 术后服用 NSAID 有关。本研究所有患者术后均预防性口服 NSAID,具体包括吲哚美辛和洛索洛芬钠片两种药物。吲哚美辛作为环氧合酶 1 和环氧合酶 2 的非选择性抑制剂,口服后迅速吸收,通过抑制前列腺素合成酶发挥抗炎及解热作用。洛索洛芬钠片是一种苯丙酸类 NSAID,口服后以胃肠刺激较弱的未变化状态下被消化道吸收后,转化为强力抑制前列腺素生物合成,尤其是前列腺素 E2 的活性代谢产物,发挥镇痛、抗炎的作用。这些药物的使用可能影响了患者围手术期的炎症反应水平,进而对与炎症反应水平相关的 PIS 发生率产生影响。此外,既往研究亦发现,他汀类药物可能通过发挥一定的抗炎作用^[9]减少 PIS 的发生,尽管本研究并未验证他汀类药物对 PIS 的具体影响,但其潜在作用仍不容忽视,需更多高质量研究进一步探讨。

本研究发现,患者年龄<60 岁、术前 WBC 计数增加、股动脉切开入路是 PIS 发生的独立危险因素。因此,对于年龄<60 岁的胸主动脉疾病患者,临床医

师应更加重视 TEVAR 围手术期的炎症管理,及时给予患者适宜的抗炎治疗。

WBC 计数是炎症反应的重要标志。既往针对腹主动脉瘤的研究表明,术前 WBC 计数增加的患者在接受腹主动脉瘤腔内治疗后,因自身潜在的炎症状态或术后炎症因子的显著升高,面临更高的术后炎症反应风险,这种术后炎症反应可能与主动脉腔内治疗术后的不良预后相关^[4,24-26]。本研究多因素 Logistic 回归分析结果显示,术前 WBC 计数增加是 PIS 发生的独立危险因素,相较于术前 WBC 计数正常的患者,其 PIS 发生风险是其 3.582 倍。因此,对术前 WBC 计数增加的患者应给予更加严密的护理并予以预防性的抗炎治疗,以降低 TEVAR 术后 PIS 发生风险,改善患者预后。

在 TEVAR 术中,入路选择包括经股动脉穿刺和股动脉切开两种。局麻下的股动脉穿刺入路对组织损伤小,机体的炎症因子激活较弱,此类患者的术后炎症反应相对较轻;而股动脉切开后入路会导致患者术后恢复时间增加,患者术后应激状态时间延长^[27-28]。除此之外,股动脉切开后入路与伤口脂肪液化^[29]等多种术后并发症相关,这些术后并发症的发生也可能影响患者体内炎症反应水平,影响 PIS 发生率。本中心既往一项研究^[16]发现,TEVAR 术中采取股动脉穿刺入路较股动脉切开后入路其手术时长更短。而 Wu 等^[11]的研究证实,手术时间更长的患者 PIS 发生风险更高。由此推测,股动脉切开后入路可能因手术时间延长而增加 PIS 发生风险。

PIS 与患者预后的关联性仍存在争议。既往一项前瞻性观察性研究表明,PIS 发生可能与术后 30 天不良事件风险增加有关^[6]。本研究亦获得类似发现。PIS 患者术后住院时间显著延长、伤口延迟愈合发生率更高;与非 PIS 组相比,PIS 组患者术后 CRP 水平显著升高,提示 PIS 患者 TEVAR 术后炎症反应水平更高;且 TEVAR 术后 30 天随访数据显示,PIS 组患者胸背痛发生率显著高于非 PIS 组。上述结果提示,PIS 可能与 TEVAR 术后多种不良事件存在密切关联。

综上所述,本研究发现,在 TEVAR 术后预防性应用 NSAID 后仍有部分患者发生 PIS。年龄<60 岁、术前 WBC 计数增加、股动脉切开后入路是 PIS 发生的独立危险因素,随着患者合并独立危险因素数目的增加,PIS 发生率呈上升趋势。

[参考文献]

[1] SON S A, JUNG H, CHO J Y. Long-term outcomes of inter-

vention between open repair and endovascular aortic repair for descending aortic pathologies: a propensity-matched analysis [J]. BMC Surg, 2020, 20(1): 266.

- [2] FANKHAUSER K, WAMALA I, PENKALLA A, et al. Outcomes and survival following thoracic endovascular repair in patients with aortic aneurysms limited to the descending thoracic aorta[J]. J Cardiothorac Surg, 2023, 18(1): 194.
- [3] NIENABER C A, FATTORI R, LUND G, et al. Nonsurgical reconstruction of thoracic aortic dissection by stent-graft placement[J]. N Engl J Med, 1999, 340(20): 1539-1545.
- [4] TSILIMIGRAS D I, SIGALA F, KARAOLANIS G, et al. Cytokines as biomarkers of inflammatory response after open versus endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: a systematic review[J]. Acta Pharmacol Sin, 2018, 39(7): 1164-1175.
- [5] FATTORI R, NAPOLI G, LOVATO L, et al. Descending thoracic aortic diseases: stent-graft repair[J]. Radiology, 2003, 229(1): 176-183.
- [6] CHINSAKCHAI K, THORTHITITUM D, HONGKU K, et al. Endovascular versus open repair for asymptomatic abdominal aortic aneurysms: a 12-year retrospective cohort analysis[J]. Ann Vasc Surg, 2025, 112: 363-372.
- [7] VELÁZQUEZ O C, CARPENTER J P, BAUM R A, et al. Perigraft air, fever, and leukocytosis after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms[J]. Am J Surg, 1999, 178(3): 185-189.
- [8] MOULAKAKIS K G, ALEPAKI M, SFYROERAS G S, et al. The impact of endograft type on inflammatory response after endovascular treatment of abdominal aortic aneurysm[J]. J Vasc Surg, 2013, 57(3): 668-677.
- [9] ZHU Y, LUO S, DING H, et al. Predictors associated with an increased prevalence of postimplantation syndrome after thoracic endovascular aortic repair for type B aortic dissection[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2019, 55(5): 998-1005.
- [10] SOARES FERREIRA R, OLIVEIRA-PINTO J, ULTEE K, et al. Long term outcomes of post-implantation syndrome after endovascular aneurysm repair[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2021, 62(4): 561-568.
- [11] WU Q, HE J, LI H, et al. Outcomes of post-implantation syndrome after endovascular repair for stanford type B aortic dissection[J]. J Vasc Surg, 2024, 79(6): 1326-1338.
- [12] ARNAOUTOGLU E, KOUVELOU G, PAPA N, et al. Prospective evaluation of post-implantation inflammatory response after EVAR for AAA: influence on patients' 30 day outcome[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2015, 49(2): 175-183.
- [13] ARNAOUTOGLU E, KOUVELOU G, PAPA N, et al. Prospective evaluation of postimplantation syndrome evolu-

- tion on patient outcomes after endovascular aneurysm repair for abdominal aortic aneurysm[J]. *J Vasc Surg*, 2016, 63(5): 1248-1255.
- [14] 中华医学会心血管病学分会大血管学组, 中国医师协会心血管内科医师分会指南与共识工作委员会. 胸主动脉腔内治疗围手术期管理中国专家共识[J]. *中华医学杂志*, 2019, 99(32): 2489-2496.
- The Macrovascular Group of Chinese Society of Cardiology, Working Committee on Guidelines and Consensus of the Cardiovascular Physicians Branch of the Chinese Physicians Association. Chinese expert consensus on perioperative management of thoracic aortic endovascular repair[J]. *Natl Med J China*, 2019, 99(32): 2489-2496.
- [15] BOSCH D J, NIEUWENHUIJS-MOEKE G J, VAN MEURS M, et al. Immune modulatory effects of nonsteroidal anti-inflammatory drugs in the perioperative period and their consequence on postoperative outcome [J]. *Anesthesiology*, 2022, 136(5): 843-860.
- [16] 周铁楠, 刘轩泽, 王效增, 等. 急性胸主动脉综合征腔内修复术中局部麻醉经皮穿刺与股动脉切开临床应用对比研究 [J]. *临床军医杂志*, 2021, 49(12): 1291-1294.
- ZHOU T N, LIU X Z, WANG X Z, et al. Percutaneous puncture and femoral arteriotomy under local anesthesia during endovascular repair for acute thoracic aortic syndrome comparative study of clinical application[J]. *Clin J Med Off*, 2021, 49(12): 1291-1294.
- [17] 李妍洁, 向紫萍, 刘欣, 等. 血管炎症在主动脉夹层发病机制中的研究进展[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2025, 33(2): 163-168.
- LI Y J, XIANG Z P, LIU X, et al. Research progress on vascular inflammation in the pathogenesis of aortic dissection[J]. *Chin J Arterioscler*, 2025, 33(2): 163-168.
- [18] 昌伟, 冯永健, 王友兰. 血清 TGF- β 1, sST2 水平与胸主动脉瘤病变长度和病变程度的关系[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2022, 30(1): 54-58.
- CHANG W, FENG Y J, WANG Y L. Relationship between serum TGF- β 1, sST2 levels and lesion length and lesion degree of thoracic aortic aneurysm[J]. *Chin J Arterioscler*, 2022, 30(1): 54-58.
- [19] KER C R, HO M C, HUANG J W, et al. Pyrexia of post-implantation syndrome for patients undergoing (thoracic) endovascular aortic repair[J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2015, 63(2): 126-133.
- [20] D'ORIA M, MANORANJITHAN S, SCOVILLE C, et al. Systematic review of risk factors and outcomes of post-implantation syndrome following endovascular aortic repair [J]. *J Vasc Surg*, 2024, 79(5): 1240-1250.
- [21] ARNAOUTOGLU E, KOUVELOU G, MILIONIS H, et al. Post-implantation syndrome following endovascular abdominal aortic aneurysm repair: preliminary data[J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2011, 12(4): 609-614.
- [22] GORLA R, ERBEL R, KAHLERT P, et al. Clinical features and prognostic value of stent-graft-induced post-implantation syndrome after thoracic endovascular aortic repair in patients with type B acute aortic syndromes[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2016, 49(4): 1239-1247.
- [23] XIE L F, LIN X F, WU Q S, et al. Risk prediction and prognostic analysis of post-implantation syndrome after thoracic endovascular aortic repair[J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1): 17376.
- [24] AMARANTO D J, WANG E C, ESKANDARI M K, et al. Normal preoperative white blood cell count is predictive of outcomes for endovascular procedures[J]. *J Vasc Surg*, 2011, 54(5): 1395-1403.
- [25] ARNAOUTOGLU E, KOUVELOU G, TZIMAS P, et al. Relationship between normal preoperative white blood cell count and major adverse events after endovascular repair for abdominal aortic aneurysm: results of a pilot study[J]. *J Clin Anesth*, 2017, 36: 201-205.
- [26] CHUNG J, CORRIERE M A, VEERASWAMY R K, et al. Risk factors for late mortality after endovascular repair of the thoracic aorta[J]. *J Vasc Surg*, 2010, 52(3): 549-555.
- [27] JAFFAN A A A, PRINCE E A, HAMPSON C O, et al. The preclose technique in percutaneous endovascular aortic repair: a systematic literature review and Meta-analysis[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2013, 36(3): 567-577.
- [28] NELSON P R, KRACJER Z, KANSAL N, et al. A multicenter, randomized, controlled trial of totally percutaneous access versus open femoral exposure for endovascular aortic aneurysm repair (the PEVAR trial) [J]. *J Vasc Surg*, 2014, 59(5): 1181-1193.
- [29] 张志强, 王亚松, 王效增, 等. 胸主动脉腔内隔绝术后伤口脂肪液化的临床特征及相关因素分析[J]. *解放军医学杂志*, 2022, 47(12): 1241-1247.
- ZHANG Z Q, WANG Y S, WANG X Z, et al. Analysis of clinical characteristics and related factors in wounds fat liquefaction after thoracic endovascular aortic repair[J]. *Med J Chin People's Liberation Army*, 2022, 47(12): 1241-1247.

(此文编辑 许雪梅)