

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.12.010
文章编号: 1005-8982 (2026) 12-0065-10

临床药学·论著

瑞马唑仑维持麻醉对Stanford B型主动脉夹层患者TEVAR术中血流动力学变化及麻醉相关不良反应的影响*

张颖¹, 黄冬梅¹, 贾彬², 陈本祯¹

(1. 四川省妇幼保健院·四川省妇女儿童医院, 四川 成都 610045;
2. 成都市第三人民医院, 四川 成都 610014)

摘要: **目的** 探讨瑞马唑仑维持麻醉对Stanford B型主动脉夹层患者胸主动脉腔内修复术 (TEVAR) 中血流动力学变化及麻醉相关不良反应的影响。**方法** 回顾性分析2022年6月—2025年6月于四川省妇幼保健院行TEVAR的212例Stanford B型主动脉夹层患者的临床资料, 根据全程麻醉用药方案不同分为瑞马唑仑组 (106例, 瑞马唑仑诱导+维持麻醉) 和丙泊酚组 (106例, 丙泊酚诱导+维持麻醉)。记录两组主要终点指标 [心率波幅 (Δ HR) 和平均动脉压波幅 (Δ MAP)]、次要终点指标 [麻醉开始 (T_0)、气管插管时 (T_1)、气管插管后5 min (T_2)、手术结束时 (T_3)、拔出气管导管时 (T_4) 及拔出气管导管后5 min (T_5) 时平均动脉压 (MAP)、心率 (HR)、指端血氧饱和度 (SpO_2) 和双谱指数 (BIS) 值, 以及住院时长、麻醉时间、术毕停药至气管导管拔出时间 (手术间内拔管) 及麻醉相关不良反应发生情况]。**结果** 瑞马唑仑组术毕停药至拔管时间短于丙泊酚组 ($P < 0.05$)。两组 $T_0 \sim T_3$ 时段 HR、MAP 比较, 结果: ①不同时间点 HR、MAP 比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); ②两组 HR、MAP 比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); ③两组 HR、MAP 变化趋势比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。两组 $T_3 \sim T_5$ 时段 HR、MAP 比较, 结果: ①不同时间点 HR、MAP 比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); ②两组 HR、MAP 比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); ③两组 HR、MAP 变化趋势比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。两组 $T_0 \sim T_3$ 时段 SpO_2 、BIS 比较, 结果: ①不同时间点 SpO_2 比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 不同时间点 BIS 比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); ②两组 SpO_2 、BIS 比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); ③两组 SpO_2 变化趋势比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 两组 BIS 变化趋势比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。两组 $T_3 \sim T_5$ 时段 SpO_2 、BIS 比较, 结果: ①不同时间点 SpO_2 、BIS 比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); ②两组 SpO_2 、BIS 比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); ③两组 SpO_2 、BIS 变化趋势比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。瑞马唑仑组注射疼痛率低于丙泊酚组 ($P < 0.05$)。**结论** 对于Stanford B型主动脉夹层行TEVAR术的患者, 采用瑞马唑仑诱导+维持麻醉可提供更稳定的血流动力学, 并有助于缩短拔管时间, 降低注射痛发生率。

关键词: Stanford B型主动脉夹层; 胸主动脉腔内修复术; 麻醉; 瑞马唑仑; 血流动力学

中图分类号: R543.1

文献标识码: A

Effects of maintenance anesthesia with remimazolam on hemodynamic changes and anesthesia-related adverse reactions during TEVAR in patients with Stanford type B aortic dissection*

收稿日期: 2026-01-09

* 基金项目: 四川省卫生健康委员会科技项目 (24CXTD30)

[通信作者] 陈本祯, E-mail: chenbenzhen@163.com

Zhang Ying¹, Huang Dongmei¹, Jia Bin², Chen Benzhen¹

(1. Sichuan Provincial Maternal and Child Health Hospital, Chengdu, Sichuan 610045, China; 2. The Third People's Hospital of Chengdu, Chengdu, Sichuan 610014, China)

Abstract: Objective To explore the effects of maintenance anesthesia with remimazolam on hemodynamic changes and anesthesia-related adverse reactions during thoracic endovascular aortic repair (TEVAR) in patients with Stanford type B aortic dissection. **Methods** A retrospective analysis was performed on the clinical data of 212 patients with Stanford type B aortic dissection who underwent TEVAR at the Sichuan Provincial Maternal and Child Health Hospital between June 2022 and June 2025. According to the anesthetic regimen used throughout the perioperative period, patients were divided into the remimazolam group (106 cases, anesthesia induced and maintained with remimazolam) and the propofol group (106 cases, anesthesia induced and maintained with propofol). The primary endpoints [heart rate fluctuation (Δ HR), mean arterial pressure fluctuation (Δ MAP)] and secondary endpoints [mean arterial pressure (MAP), heart rate (HR), peripheral oxygen saturation (SpO_2), and bispectral index (BIS) values at anesthesia induction (T_0), tracheal intubation (T_1), 5 min after tracheal intubation (T_2), the end of surgery (T_3), tracheal extubation (T_4), and 5 min after tracheal extubation (T_5), as well as length of hospital stay, duration of anesthesia, time from discontinuation of anesthetic agents to tracheal extubation (extubation performed in the operating room), and the incidence of anesthesia-related adverse events] were recorded in both groups. **Results** The time from discontinuation of anesthetic agents to tracheal extubation was shorter in the remimazolam group than in the propofol group ($P < 0.05$). Comparisons of HR and MAP between the two groups during the T_0 - T_3 period showed that they were different across the time points ($P < 0.05$) and between the two groups ($P < 0.05$), and that the trends of HR and MAP changes over time differed significantly between the two groups ($P < 0.05$). Comparisons of HR and MAP during the T_3 - T_5 period showed that they were different across the time points ($P < 0.05$) and between the two groups ($P < 0.05$), and that the trends of HR and MAP changes over time differed significantly between the two groups ($P < 0.05$). Comparisons of SpO_2 and BIS during the T_0 - T_3 period showed that no significant difference was observed in SpO_2 across different time points ($P > 0.05$), whereas BIS differed significantly across time points ($P < 0.05$). Significant differences in SpO_2 and BIS were observed between the two groups ($P < 0.05$), and no significant difference was observed in the trend of SpO_2 changes between the two groups ($P > 0.05$), whereas the trend of BIS changes differed significantly between the two groups ($P < 0.05$). Comparisons of SpO_2 and BIS during the T_3 - T_5 period showed that significant differences in SpO_2 and BIS were observed across different time points ($P < 0.05$) and between the two groups ($P < 0.05$), and that the trends of SpO_2 and BIS changes differed significantly between the two groups ($P < 0.05$). The incidence of injection pain was lower in the remimazolam group than in the propofol group ($P < 0.05$). **Conclusion** For patients with Stanford type B aortic dissection undergoing TEVAR, anesthesia induced and maintained with remimazolam provides more stable hemodynamics, helps shorten the time to tracheal extubation, and reduces the incidence of injection pain.

Keywords: Stanford type B aortic dissection; thoracic endovascular aortic repair; anesthesia; remimazolam; hemodynamics

Stanford B型主动脉夹层是一种严重的心血管疾病，其发病机制复杂，主要表现为内膜撕裂，血液进入主动脉壁中层形成夹层血肿，进而导致主动脉壁结构受损，血流动力学发生显著改变^[1]。患者常伴有剧烈胸痛、背痛等症状，其病情进展迅速，若不及时治疗，可能导致主动脉破裂、心力衰竭、器官缺血等严重并发症，甚至危及生命^[2]。近年来，随着医学技术的不断发展，胸主动脉腔内修复术（endovascular thoracic aortic repair, TEVAR）已成为治疗Stanford B型主动脉夹层的重

要手段之一。该手术通过在主动脉内植入覆膜支架，封闭夹层破口，恢复主动脉的正常血流通道，具有创伤小、恢复快等优点，但手术过程中仍存在诸多风险和挑战^[3]。在TEVAR手术过程中，良好的麻醉管理对于患者的血流动力学稳定和术后恢复至关重要。麻醉药物的选择和使用方式会直接影响患者的生理状态和手术结局。瑞马唑仑作为一种新型的短效静脉麻醉药，具有起效快、作用时间短、代谢迅速等特点，其在多种手术中的应用已显示出良好的安全性和有效性^[4-5]。然而，目

前关于瑞马唑仑用于Stanford B型主动脉夹层TEVAR手术维持麻醉的证据基础仍有欠缺,其确切影响,包括对患者血流动力学稳定性及麻醉相关不良反应发生情况的作用,仍有待阐明。因此,本研究旨在探讨瑞马唑仑诱导+维持麻醉对Stanford B型主动脉夹层患者TEVAR手术中血流动力学变化及麻醉相关不良反应的影响,以期为临床麻醉实践提供更具针对性和科学性的指导。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2022年6月—2025年6月于四川省妇幼保健院行TEVAR的212例Stanford B型主动脉夹层患者的临床资料,根据全程麻醉用药方案不同分为瑞马唑仑组(106例,瑞马唑仑诱导+维持麻醉)和丙泊酚组(106例,丙泊酚诱导+维持麻醉)。瑞马唑仑组中男性80例,女性26例;年龄38~82岁,平均(56.23±7.82)岁;ASA分级Ⅱ级45例,Ⅲ级61例;心功能分级Ⅱ级72例,Ⅲ级34例;合并高血压80例;合并糖尿病16例。丙泊酚组中男性84例,女性22例;年龄32~82岁,平均(57.55±10.29)岁;ASA分级Ⅱ级48例,Ⅲ级58例;心功能分级Ⅱ级76例,Ⅲ级30例;合并高血压82例;合并糖尿病19例。两组临床资料比较,经 χ^2 检验,差异均无统计学意义($P>0.05$)。本研究通过医院伦理委员会审批(20251130-211),所有患者临床资料的使用符合医学伦理相关规定。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①经临床症状、体格检查、影像学检查确诊为Stanford B型主动脉夹层;②符合TEVAR手术适应证,且计划在本院接受TEVAR手术治疗;③年龄超过18岁;④ASA分级为Ⅱ、Ⅲ级;⑤临床资料完整。

1.2.2 排除标准 ①合并有严重的呼吸系统疾病;②合并有其他严重的心脏疾病;③合并有严重的肝肾功能障碍;④存在严重的神经系统疾病;⑤对瑞马唑仑、丙泊酚或其他相关麻醉药物有过敏史;⑥近3个月内接受过其他重大手术或有严重创伤史;⑦妊娠或哺乳期女性;⑧患有严重的精神障碍。

1.3 方法

1.3.1 麻醉管理 入选患者均遵循术前禁食要求。

患者进入手术室后,全程监测脉搏血氧饱和度(pulse oxygen saturation, SpO₂)、心电图(Electrocardiogram, ECG)和脑电双频指数(bispectral index, BIS)。同时建立外周静脉通路,以醋酸钠林格液维持输液,并于右侧桡动脉置管监测有创动脉压,同期完成右锁骨下静脉穿刺置管。麻醉诱导阶段,两组患者静脉给予舒芬太尼(宜昌人福药业有限责任公司,国药准字H20054171,批号:20231029)0.6 μg/kg与苯磺酸顺阿曲库铵(江苏恒瑞医药股份有限公司,国药准字H20183042,批号:20221204)0.15 mg/kg。丙泊酚组额外静脉推注丙泊酚(浙江九旭药业有限公司,国药准字H20084531,批号:20230523)2 mg/kg,瑞马唑仑组则静脉注射瑞马唑仑(江苏恒瑞医药股份有限公司,国药准字H20190034,批号:20231116)0.3 mg/kg。待BIS值降至60以下且肌松条件达到满意程度后,行气管插管并接呼吸机辅助通气,机械通气期间FiO₂维持于50%~60%,根据SpO₂监测结果(目标SpO₂≥95%)动态调整。麻醉维持期间,两组均持续泵注瑞芬太尼6 μg/(kg·h)及苯磺酸顺阿曲库铵0.1 mg/(kg·h)。丙泊酚组以5 mg/(kg·h)的速率静脉输注丙泊酚,瑞马唑仑组初始维持剂量为0.2 mg/(kg·h),术中以BIS监测值(目标范围40~60)为参考依据,同时结合临床体征[如有无体动、呛咳,血压、心率(heart rate, HR)是否出现应激性波动]综合判断麻醉深度,并据此实时调整两组镇静药物的输注速率;鉴于BIS在瑞马唑仑麻醉下的有效性及阈值尚未完全明确,对瑞马唑仑组的剂量调整更侧重临床体征的观察,确保麻醉深度满足手术需求且兼顾血流动力学稳定。逐步调整至1.5~2.0 mg/(kg·h),平均维持剂量为(1.8±0.3) mg/(kg·h),结合本研究患者为高危心血管疾病人群,初始剂量偏低,后续根据麻醉深度动态上调,以平衡麻醉效果与血流动力学稳定。术中依据BIS监测值(目标范围40~60)实时调整两组镇静药物的输注速率;同时根据呼气末二氧化碳分压(维持于35~45 mmHg)调整机械通气参数;如出现血流动力学波动,则酌情使用血管活性药物或抗心律失常药,以维持循环稳定。达到拔管指征后,首先彻底清理患者呼吸道及口咽分泌物,确认满足以下具体指标

后,方可拔除气管导管:①意识状态。患者意识完全清醒,可对言语指令做出准确应答(如睁眼、抬手、遵嘱张口等);②呼吸功能。自主呼吸节律规整,潮气量 ≥ 6 mL/kg,通气量 ≥ 8 L/min,自主呼吸空气条件下 SpO_2 持续 $\geq 95\%$,且停用呼吸机辅助通气后5 min内无呼吸浅慢、发绀等表现;③反射与肌力。咳嗽反射、吞咽反射完全恢复,四肢肌力恢复至术前基础水平,可有效配合咳嗽排痰;④血流动力学。HR、平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)维持在术前基础值 $\pm 20\%$ 范围内,且无需血管活性药物维持或仅需小剂量基础剂量维持,无明显心律失常。拔管后采用鼻导管给氧,氧流量3~5 L/min,维持 FiO_2 33%~40%,直至患者自主呼吸空气下 SpO_2 稳定 $\geq 95\%$ 后停用,拔管后继续密切监测患者生命体征。瑞马唑仑代谢迅速、患者术后自然苏醒效果良好,无需拮抗剂干预;研究聚焦药物本身的苏醒特性,为排除拮抗剂对苏醒时间的干扰,故未使用。本研究为瑞马唑仑全程麻醉方案(诱导+维持)与丙泊酚全程麻醉方案的对比研究,两组镇静药物的使用贯穿麻醉诱导至维持的全过程,后续血流动力学等指标的差异为不同全程麻醉方案的综合效应。

1.3.2 手术方法 患者于术中首先接受数字减影动脉造影检查,以明确主动脉破口的定位、真腔与假腔的相互关系、夹层撕裂的具体范围,以及各主要分支动脉(尤其关注脑部供血动脉)的血液供应情况。同时,详细记录左锁骨下动脉开口、各破口位置及其间距。手术选择股动脉或髂动脉作为支架型人工血管的输送路径,采用改良Seldinger穿刺法结合血管缝合器,或行髂股动脉切开术。在超硬导丝引导下,将支架输送系统送至降主动脉预定释放区域。当支架覆膜部分前端与目标锚定区近端标志完全对齐后,严密监测HR和血压,控制患者收缩压 ≤ 90 mmHg(12 kPa),随后释放支架,确保其与主动脉壁紧密贴附。如支架展开形态或锚定效果不佳,则视情况行球囊后扩张或额外置入短段支架进行补充治疗。手术结束前,再次行主动脉造影,评估手术效果,重点观察是否存在内漏、支架移位或扭曲,以及重要分支的血供是否发生改变。

1.4 观察指标

1.4.1 主要观察终点指标 本研究的主要观察终点为心率波幅(ΔHR)和平均动脉压波幅(ΔMAP)。在麻醉诱导开始时(T_0 ,自主呼吸空气, $FiO_2=21\%$)、气管插管即刻(T_1)、插管后5 min(T_2)、手术结束(T_3)(其中 $T_1 \sim T_3$ 均采用机械通气, FiO_2 维持在50%~60%)、拔除气管导管即刻(T_4)及拔管后5 min(T_5)($T_4 \sim T_5$ 改为鼻导管吸氧, FiO_2 为33%~40%)记录患者的MAP和HR。本研究中两组患者在对应时间点的通气方式、吸氧浓度均严格保持一致,全程采用标准化呼吸管理,消除给氧/通气条件差异对 SpO_2 检测结果的干扰。 ΔHR 与 ΔMAP 的计算方式分别为:各时点HR、MAP相对于基线(T_0)的最大或最小差值的绝对值。 T_0 作为血流动力学、呼吸功能的基线参考; $T_4 \sim T_5$ 作为临床常规拔管后氧疗方案,其氧供强度适配术后早期呼吸功能恢复特点。本研究通过组间比较相同氧供条件下的 SpO_2 ,反映呼吸功能向基线状态的恢复趋势,而非直接等同于基线氧供下的血氧水平。

1.4.2 次要观察终点指标 ①记录患者在 $T_0 \sim T_5$ 时刻的MAP、HR、 SpO_2 、BIS;②记录患者麻醉时间、手术时间、术毕停药至气管导管拔出时间(手术间内完成拔管)及总住院时间,本研究患者均在手术结束停药后,于手术间内达到拔管指征并完成拔管,未转运至ICU后再拔管;③围手术期液体出入量及出血相关指标:记录两组患者围手术期总补液量(晶体液、胶体液用量)、术中失血量、术中尿量、术后24 h总出入量;④观察并记录两组麻醉相关不良反应发生情况。

1.5 统计学方法

数据分析采用SPSS 25.0统计软件。计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用 t 检验或重复测量设计的方差分析;计数资料以率(%)表示,比较用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。 $P < 0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床资料比较

两组麻醉时间、手术时间、总住院时间、晶体液补液量、胶体液补液量、总补液量、术中失

血量、术中尿量及术后 24 h 总出入量比较, 经 t 检验, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组术毕停药至拔管时间比较, 经 t 检验, 差异有统计学意义

($P < 0.05$), 瑞马唑仑组术毕停药至拔管时间短于丙泊酚组 ($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 两组临床资料比较 ($n=106, \bar{x} \pm s$)

组别	麻醉时间/min	手术时间/min	术毕停药至拔管时间/min	总住院时间/d	晶体液补液量/mL
瑞马唑仑组	113.07 ± 22.41	100.41 ± 19.21	21.45 ± 4.00	11.83 ± 2.04	1 852.36 ± 325.14
丙泊酚组	117.81 ± 25.44	104.11 ± 20.90	26.24 ± 3.92	12.09 ± 2.60	1 826.58 ± 318.76
t 值	1.441	1.342	8.790	0.808	0.583
P 值	0.151	0.181	0.000	0.420	0.561

组别	胶体液补液量/mL	总补液量/mL	术中失血量/mL	术中尿量/mL	术后 24 h 总出入量/mL
瑞马唑仑组	526.85 ± 108.23	2 379.21 ± 410.35	85.62 ± 25.31	358.47 ± 89.62	3 215.74 ± 526.88
丙泊酚组	538.92 ± 115.47	2 365.50 ± 405.68	89.37 ± 28.54	346.29 ± 92.15	3 189.46 ± 519.35
t 值	0.785	0.245	1.012	0.976	0.366
P 值	0.433	0.807	0.313	0.330	0.715

2.2 两组不同时间点 HR、MAP 比较

两组 $T_0 \sim T_3$ 时段 HR、MAP 比较, 经重复测量设计方差分析, 结果: ①不同时间点 HR、MAP 比较, 差异均有统计学意义 ($F = 4.374、5.430$, 均

$P = 0.000$); ②两组 HR、MAP 比较, 差异均有统计学意义 ($F = 27.302、33.779$, 均 $P = 0.000$); ③两组 HR、MAP 变化趋势比较, 差异均有统计学意义 ($F = 2.328、2.812$, 均 $P = 0.000$)。见表 2 和图 1、2。

表 2 两组不同时间时间点 HR、MAP 比较 ($n=106, \bar{x} \pm s$)

组别	HR/(次/min)					
	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
瑞马唑仑组	78.52 ± 10.36	70.16 ± 8.53	69.83 ± 8.20	69.51 ± 8.07	77.84 ± 10.12	78.13 ± 10.25
丙泊酚组	78.67 ± 10.41	63.27 ± 7.69	62.94 ± 7.58	62.64 ± 7.36	77.69 ± 10.08	77.97 ± 10.19

组别	MAP/mmHg					
	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
瑞马唑仑组	92.36 ± 12.58	80.24 ± 10.37	79.81 ± 10.12	79.38 ± 9.98	88.65 ± 11.84	91.72 ± 12.36
丙泊酚组	92.47 ± 12.63	70.35 ± 9.26	69.92 ± 9.01	69.49 ± 8.81	87.93 ± 11.6	90.84 ± 12.20

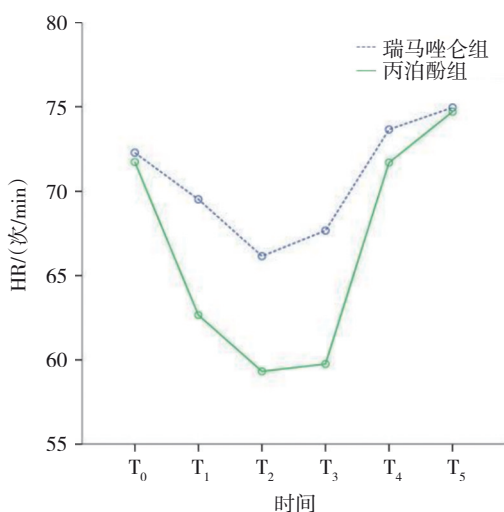


图 1 两组患者各时间点 HR 变化

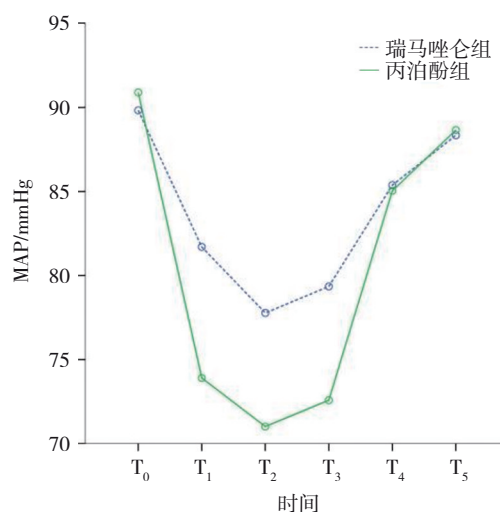


图 2 两组患者各时间点 MAP 变化

两组 $T_3 \sim T_5$ 时段 HR、MAP 比较，经重复测量设计的方差分析，结果：①不同时间点 HR、MAP 比较，差异均有统计学意义 ($F=1.158、1.968$ ，均 $P=0.000$)；②两组 HR、MAP 比较，差异均有统计学意义 ($F=25.321、28.872$ ，均 $P=0.000$)；③两组 HR、MAP 变化趋势比较，差异均有统计学意义 ($F=2.042、2.462$ ，均 $P=0.000$)。见表 2 和图 1、2。

2.3 两组不同时间点 SpO₂、BIS 比较

两组 $T_0 \sim T_3$ 时段 SpO₂、BIS 比较，经重复测量

设计的方差分析，结果：①不同时间点 SpO₂ 比较，差异无统计学意义 ($F=0.002$ ， $P=1.000$)，不同时间点 BIS 比较，差异有统计学意义 ($F=0.749$ ， $P=0.000$)；②两组 SpO₂、BIS 比较，差异均有统计学意义 ($F=81.332、95.668$ ，均 $P=0.000$)；③两组 SpO₂ 变化趋势比较，差异无统计学意义 ($F=0.010$ ， $P=0.888$)，两组 BIS 变化趋势比较，差异有统计学意义 ($F=0.392$ ， $P=0.000$)。见表 3 和图 3、4。

表 3 两组患者各时间点 SpO₂ 和 BIS 比较 ($n=106, \bar{x} \pm s$)

组别	SpO ₂ /%					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
瑞马唑仑组	96.18 ± 1.25	99.42 ± 0.36	99.45 ± 0.33	99.47 ± 0.31	95.26 ± 1.32	96.05 ± 1.28
丙泊酚组	96.22 ± 1.07	99.40 ± 0.38	99.43 ± 0.35	99.45 ± 0.33	95.19 ± 1.35	94.83 ± 1.41

组别	BIS					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
瑞马唑仑组	94.26 ± 2.15	48.37 ± 5.26	47.94 ± 5.12	47.51 ± 4.98	93.84 ± 2.23	94.13 ± 2.18
丙泊酚组	94.31 ± 2.18	42.16 ± 4.83	41.73 ± 4.69	41.30 ± 4.55	93.79 ± 2.20	94.08 ± 2.05

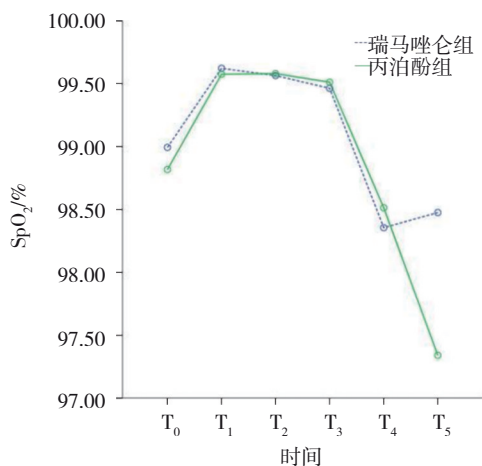


图 3 两组患者各时间点 SpO₂ 变化

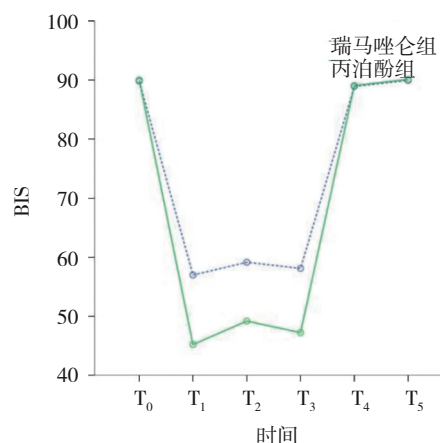


图 4 两组患者各时间点 BIS 变化

两组 $T_3 \sim T_5$ 时段 SpO₂、BIS 比较，经重复测量设计的方差分析，结果：①不同时间点 SpO₂、BIS 比较，差异均有统计学意义 ($F=0.930、0.204$ ，均 $P=0.000$)；②两组 SpO₂、BIS 比较，差异均有统计学意义 ($F=72.816、97.526$ ，均 $P=0.000$)；③两组 SpO₂、BIS 变化趋势比较，差异均有统计学意义 ($F=1.492、0.378$ ，均 $P=0.000$)。见表 3 和图 3、4。

2.4 两组麻醉相关不良反应比较

两组注射疼痛率比较，经 χ^2 检验，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)，瑞马唑仑组注射疼痛率低于丙泊酚组 ($P < 0.05$)；瑞马唑仑组与丙泊酚组恶心

呕吐率、短暂性呼吸抑制率、苏醒期躁动率和术后嗜睡率比较，经 χ^2 /Fisher 确切概率法检验，差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 4。

表 4 两组患者麻醉相关不良反应比较 [$n=106$, 例(%)]

组别	注射疼痛	恶心呕吐	短暂性呼吸抑制	苏醒期躁动	术后嗜睡
瑞马唑仑组	0(0.00)	5(4.72)	0(0.00)	0(0.00)	11(10.38)
丙泊酚组	48(45.28)	11(10.38)	5(4.72)	5(4.72)	16(15.09)
χ^2 值	62.049	2.434	-	-	1.061
P 值	0.000	0.119	0.060	0.060	0.303

3 讨论

Stanford B 型主动脉夹层作为一种发病率、死亡率均较高的心血管急症^[6-7]。传统的治疗方案以保守治疗或开放式外科手术修复为主,但后者常伴随较高的心血管事件风险,且易导致肾衰竭、脊髓缺血等严重术后并发症^[8]。近年来,TEVAR 手术已成为治疗 Stanford B 型主动脉夹层的标准方法,因其微创特性及较开放手术更低的并发症风险,尤其适用于高龄或合并多种基础疾病的患者^[9-10]。然而,TEVAR 术中的麻醉管理仍面临显著挑战:患者常合并严重高血压和心血管疾病,对血流动力学波动极为敏感;手术操作(如支架释放、快速心室起搏技术)要求精确控制血压和 HR 以保障靶器官灌注并防止主动脉破裂^[11-13]。此外,围手术期血流动力学不稳定与术后并发症(如脊髓缺血、急性肾损伤)及早期死亡率密切相关^[14-15]。在此背景下,全程麻醉用药方案的选择对术中稳定性及术后恢复至关重要。本研究采用瑞马唑仑诱导+维持的全程麻醉方案与丙泊酚全程麻醉方案进行对比,分时段重复测量方差分析显示,两组 $T_0 \sim T_3$ 及 $T_3 \sim T_5$ 时 HR、MAP 的时间效应、组间效应及交互效应比较,差异均有统计学意义。研究中观察到的 $T_1 \sim T_3$ 时段指标差异,为不同全程麻醉方案的综合作用结果,而非单一麻醉维持阶段的药物效应。

丙泊酚作为传统静脉麻醉药,虽起效迅速,但其剂量依赖性的心血管抑制作用(如低血压、HR 下降)可能加剧 TEVAR 患者本已脆弱的血流动力学状态^[16-17]。相比之下,新型苯二氮草类药物瑞马唑仑具有独特的药理学优势:其通过组织酯酶代谢,不依赖肝肾功能,起效快、恢复迅速,且对心血管抑制较轻^[18-20]。本研究观察到,无论是瑞马唑仑组还是丙泊酚组,在气管插管后至手术结束期间($T_1 \sim T_3$)的 HR 与 MAP 均较麻醉前(T_0)显著下降,这符合全身麻醉药物对心血管系统的普遍抑制作用。需要特别指出的是,评估血流动力学稳定性的关键依据在于各项指标的波动范围,而非其绝对数值。在本研究中,瑞马唑仑组 Δ HR 与 Δ MAP 均明显低于丙泊酚组,其中围拔管期($T_3 \sim T_5$)作为血流动力学易波动的关键阶段,瑞马唑仑组 MAP 的自身波动幅度同样显著降低,体现了全程血流动力学的稳定性。尽管在 $T_1 \sim T_3$ 时段,两组

患者 HR 与 MAP 均较 T_0 时有所下降,但瑞马唑仑组的降低趋势更缓和、波动更小,说明该药物对循环系统的抑制程度较轻,能提供更为平稳的血流动力学调控。这一发现与瑞马唑仑具有轻微心血管抑制的药理特性相符,其通过可逆地调节细胞内钙稳态,避免了如丙泊酚可能引起的显著循环波动,因而更符合 Stanford B 型主动脉夹层患者对于血流动力学高度稳定的临床要求。瑞马唑仑能有效降低麻醉诱导及维持过程中的低血压风险;在气管插管阶段,喉镜刺激与导管置入常诱发应激反应,引起呛咳、HR 加速和血压不稳^[21]。全身麻醉苏醒期拔管操作亦是诱发血流动力学紊乱的重要因素,严重时可导致心肌缺血及脑血管意外等心脑血管事件。本研究发现,瑞马唑仑组围拔管期($T_3 \sim T_5$)MAP 的自身波动幅度显著小于丙泊酚组,且恢复至基线(T_0)的趋势更平稳,两组该时段 MAP 绝对值比较,差异无统计学意义,验证了前人的研究结论^[22-23]。这种血流动力学稳定性可能归因于瑞马唑仑较丙泊酚更轻微的心血管抑制效应^[24]。

本研究结果显示,因两组各时间点通气方式、吸氧浓度均严格标准化统一,消除了给氧条件对 SpO_2 的干扰,在此前提下,两组患者 $T_1 \sim T_3$ 时刻 SpO_2 均高于 T_0 时刻, T_4 时刻 SpO_2 均低于 T_0 时刻;在两组各时间点通气/吸氧条件严格标准化统一的前提下, T_0 为麻醉前空气自主呼吸的基线状态, T_5 为临床常规拔管后鼻导管氧疗下的呼吸功能评估节点,两者氧供为不同临床阶段的标准化方案,且组间完全一致;瑞马唑仑组 T_5 与 T_0 时刻 SpO_2 比较,差异无统计学意义,呈现出良好的恢复趋势,而丙泊酚组仍显著低于 T_0 时刻,且瑞马唑仑组 T_5 时刻 SpO_2 高于丙泊酚组;结合瑞马唑仑代谢迅速无蓄积、停药后血药浓度快速下降的药理学特性,以及更短的术毕停药至拔管时间、更低的短暂性呼吸抑制发生率等指标综合分析,表明瑞马唑仑组拔管后呼吸功能向麻醉前基础状态恢复更快、更彻底,对呼吸中枢的抑制作用更轻,可降低围拔管期呼吸并发症风险。其原因可能在于瑞马唑仑独特的药理学特性与代谢机制:作为新型短效苯二氮草类药物,瑞马唑仑通过血浆非特异性酯酶快速水解代谢,不依赖肝肾功能,无活性代谢

产物蓄积,停药后血药浓度迅速下降,对呼吸中枢的抑制作用快速消退。而丙泊酚虽起效快,但代谢速率相对较慢,且对呼吸中枢的抑制作用更强,停药后仍可能残留一定程度的呼吸功能影响。BIS 值仅可作为麻醉深度的辅助参考指标。本研究中瑞马唑仑组 $T_1 \sim T_3$ 时段的 BIS 值高于丙泊酚组,但两组均处于 40~60,且结合术中临床体征(无体动、呛咳,血流动力学无应激性波动)验证,两组均达到了满足手术操作的麻醉深度。同时,本研究并非直接以 BIS 数值高低定义镇静深度优劣,而是基于 BIS 参考+临床体征综合判断,瑞马唑仑组的麻醉管理策略更侧重于避免过度镇静,进而减少循环抑制风险,这一策略与 Stanford B 型主动脉夹层患者血流动力学脆弱的临床特点相适配,提示仍需进一步实验来探索瑞马唑仑用于全身麻醉维持阶段的最优剂量。本研究瑞马唑仑维持剂量最终调整至 1.5~2.0 mg/(kg·h),与公开研究推荐的 1~3 mg/(kg·h) 一致。初始采用低剂量是考虑到 Stanford B 型主动脉夹层患者血流动力学脆弱,避免大剂量药物导致的循环抑制,后续根据 BIS 监测和临床反应上调剂量,既保证了麻醉深度,又维持了血流动力学稳定。另外,在统一给氧/通气条件下,瑞马唑仑组 T_5 时刻 SpO_2 更快恢复至接近 T_0 水平,且高于丙泊酚组,结合其代谢特点,推测可能与呼吸功能恢复更快相关,但需结合通气参数综合判断。国内外研究均表明,瑞马唑仑代谢迅速、无蓄积特性,其血药浓度可在约 1 min 内达峰,且代谢过程独立于肝肾,主要通过血浆非特异性酯酶水解生成无活性代谢物^[25-26]。因此,与丙泊酚相比,即使长时间输注,瑞马唑仑也能确保高质量的苏醒,有助于实现术后早期拔管,从而加速患者康复。本研究中 BIS 仅作为镇静药剂量滴定的辅助参考,全程同步结合临床体征(体动、呛咳、血流动力学状态)综合判断麻醉深度,以此弥补 BIS 在瑞马唑仑麻醉中阈值尚未明确的不足。尽管瑞马唑仑组 $T_1 \sim T_3$ 时 BIS 值高于丙泊酚组,但结合临床体征来看,两组均未出现麻醉过浅或过深的相关不良事件,说明该 BIS 辅助+临床体征主导的剂量调整方案可行,且更适合瑞马唑仑的临床应用特点。本研究未将 BIS 作为主要结局指标,仅用于术中麻醉深度监测与剂量调整,

核心结论基于血流动力学稳定性、拔管时间及不良反应等临床终点,减少 BIS 不确定性对结论的影响。然而,使用 BIS 监测麻醉深度时虽结合临床体征调整剂量,但仍受其在瑞马唑仑麻醉中有效性的限制,未来可结合熵指数、麻醉深度指数等多指标联合监测,进一步提升麻醉管理的精准性。需注意的是,本研究在统一通气/给氧条件下,瑞马唑仑组 T_5 时 SpO_2 快速恢复至基线,反映其对呼吸中枢抑制更轻,术后呼吸功能恢复更优,同时降低围拔管期并发症风险,符合 TEVAR 术高危心血管患者的呼吸管理要求。两组 BIS 均维持在 40~60 目标麻醉深度,瑞马唑仑组略高但无麻醉过浅表现,提示其麻醉深度调控更温和,避免过度镇静导致的循环抑制,适配主动脉夹层患者血流动力学脆弱的特点。本研究并非以 BIS 组间差异作为判断镇静是否合适、温和的核心依据,而是以手术顺利完成无麻醉过浅表现、血流动力学无应激性波动、术后苏醒顺利无过度镇静延迟的临床结局为核心标准,瑞马唑仑组的麻醉管理更贴合临床对该类患者镇静适度、兼顾循环稳定的需求。

本研究中,瑞马唑仑组术毕停药至手术间内拔管时间短于丙泊酚组,结合其代谢迅速的特点,提示其更有利于术后快速苏醒拔管,减少手术间停留时间。瑞马唑仑通过组织酯酶代谢,不依赖肝肾功能,代谢产物无活性,因此停药后患者迅速清醒,呼吸功能恢复快,有利于早期拔管。对于 TEVAR 这类微创但操作精细的手术而言,早期拔管不仅有助于降低肺部并发症风险,也有利于术后对神经功能与血流状态的评估。本研究中,两组均未出现严重麻醉相关不良事件,仅出现恶心、呕吐、术后嗜睡等轻微麻醉相关不良反应,且除注射痛外,两组其余轻微不良反应发生率比较,差异均无统计学意义,瑞马唑仑组注射痛发生率显著低于丙泊酚组。丙泊酚因制剂中含脂肪乳剂,注射时常引起局部疼痛,而瑞马唑仑为水溶性制剂,几乎无注射痛,提升了患者的舒适度与麻醉诱导的平稳性。两组恶心呕吐、短暂性呼吸抑制、苏醒期躁动和术后嗜睡比较,差异均无统计学意义,说明瑞马唑仑在整体安全性方面不劣于丙泊酚,且在某些方面如呼吸抑制和苏醒期躁动有数值上的优势,尽管未达到统计学意义,

可能受样本量限制, 未来扩大样本量或可进一步明确其差异。本研究中瑞马唑仑组未出现过敏相关不良反应, 虽临床偶有瑞马唑仑严重过敏事件报道, 但本研究患者均严格排除药物过敏史, 且术中全程严密监测生命体征及过敏体征, 确保用药安全; 后续临床应用中仍需严格筛查过敏史、做好过敏抢救预案。此外, 若临床中出现瑞马唑仑镇静过深、苏醒延迟等特殊情况, 可及时使用氟马西尼拮抗, 本研究为标准化用药观察, 故未常规使用。

然而, 本研究仍存在一些局限性。首先, 该研究为单中心设计, 且纳入的样本量有限, 这些因素可能导致一定程度的选择偏倚; 其次, 未对瑞马唑仑的剂量进行分层分析, 不同剂量对血流动力学和苏醒质量的影响尚待进一步研究; 此外, 尽管本研究中两组各时点 FiO_2 及通气方式保持一致, 排除了给氧/通气状态差异对 SpO_2 的干扰, 但 SpO_2 变化仍受多种因素影响, 其对呼吸抑制的反映需结合潮气量、呼吸频率等指标综合评估, 未来可开展多中心、前瞻性研究以进一步验证其远期疗效。

综上所述, Stanford B 型主动脉夹层接受 TEVAR 患者使用瑞马唑仑进行麻醉维持能有效控制 HR 和血压的波动 (表现为更低的 ΔHR 与 ΔMAP), 从而维持更平稳的血流动力学状态。此外, 该方案也有助于减少拔管所需时间并降低注射痛的发生率, 可作为此类手术中较为理想的麻醉选择之一。

参 考 文 献 :

- [1] WANG H, BHUSHAN S, XIONG J, et al. Acute Stanford B type (B3C) thoracic abdominal aortic dissection: a case report[J]. *Asian J Surg*, 2023, 46(12): 5998-6000.
- [2] DUAN X H, DUAN Q, LIU J P, et al. Hepatic portal venous gas complication associated with the thoracic endovascular aortic repair for aortic dissection: a case report and literature review[J]. *Am J Cardiovasc Dis*, 2023, 13(6): 372-375.
- [3] ZHAO Y, LIANG R Z, LIANG A S, et al. Effect of TEVAR combined with drugs and drug therapy alone on the efficacy and safety of stable Stanford B aortic dissection[J]. *Altern Ther Health Med*, 2024, 30(2): 146-153.
- [4] TAKAKI R, YOKOSE M, MIHARA T, et al. Hypotension after general anaesthesia induction using remimazolam or propofol in geriatric patients undergoing sevoflurane anaesthesia with remifentanyl: a single-centre, double-blind, randomised controlled trial[J]. *Br J Anaesth*, 2024, 133(1): 24-32.
- [5] 吕艳玲, 孙晓霞, 张瑶, 等. 瑞马唑仑复合舒芬太尼对肺癌胸腔镜手术患者镇静效果、应激反应及血液流变学的影响[J]. *转化医学杂志*, 2025, 14(5): 137-141.
- [6] 冯美干, 万晓宁, 覃雅婷, 等. Stanford B 型急性主动脉夹层 947 例临床分析[J]. *内科急危重症杂志*, 2023, 29(1): 14-17.
- [7] 甄敏, 刘晓娟, 杨素筠. 床旁超声心动图在 Stanford A 型主动脉夹层诊断和院内死亡风险评估中的价值[J]. *临床和实验医学杂志*, 2024, 23(7): 760-764.
- [8] JORDAN F, FITZGIBBON B, KAVANAGH E P, et al. Endovascular versus open surgical repair for complicated chronic type B aortic dissection[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2021, 12(12): CD012992.
- [9] GOH J H F, HWANG N C. Stent graft-induced aortic wall injury-anesthesia pitfalls and pearls for the thoracic endovascular aortic repair procedure[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2023, 37(5): 683-686.
- [10] YÜKSEL U Ç, ASIL S, YILDIRIM E, et al. Endovascular repair of ruptured aortic aneurysm: a single-center experience[J]. *Turk Kardiyol Dern Ars*, 2024, 52(2): 88-95.
- [11] PIETERSEN L C, VAN DER MEER R W, ALDERS D J C, et al. Partial right atrial inflow occlusion for transient systemic hypotension during deployment of thoracic stentgrafts[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2021, 44(7): 1116-1120.
- [12] KARELIS A, DIAS N V, HOLMSTRÖM A, et al. Inferior vena cava-balloon occlusion and its effect on the myocardium during endograft deployment in the arch[J]. *J Endovasc Ther*, 2023, 30(6): 931-936.
- [13] BRANZAN D, GEISLER A, STEINER S, et al. Stroke rate after thoracic endovascular aortic repair using de-airing of stentgrafts with high-volume of saline solution[J]. *Vasa*, 2021, 50(3): 186-192.
- [14] ZDRAVKOVIC D, NESIC I, ZIVKOVIC I S, et al. Risk factors for neurological dysfunctions after surgical repair of acute aortic dissection type A[J]. *Kardiochir Torakochirurgia Pol*, 2020, 17(2): 70-75.
- [15] MOELLER E, NORES M, STAMOU S C. Repair of acute type-A aortic dissection in the present era: outcomes and controversies[J]. *Aorta (Stamford)*, 2019, 7(6): 155-162.
- [16] TSUKIMOTO S, KITAURA A, YAMAMOTO R, et al. Comparative analysis of the hemodynamic effects of remimazolam and propofol during general anesthesia: a retrospective study[J]. *Cureus*, 2024, 16(4): e58340.
- [17] QIU Y W, GU W, ZHAO M Y, et al. The hemodynamic stability of remimazolam compared with propofol in patients undergoing endoscopic submucosal dissection: a randomized trial[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2022, 9: 938940.
- [18] KIM K M. Remimazolam: pharmacological characteristics and clinical applications in anesthesiology[J]. *Anesth Pain Med (Seoul)*, 2022, 17(1): 1-11.

- [19] KIM S H, FECHNER J. Remimazolam - current knowledge on a new intravenous benzodiazepine anesthetic agent[J]. *Korean J Anesthesiol*, 2022, 75(4): 307-315.
- [20] SEOL H Y, HONG K S, JANG J G, et al. A prospective, open-label, randomized clinical trial to evaluate the efficacy and safety of remimazolam in patients undergoing EBUS-TBNA: REST trial design[J]. *BMC Pulm Med*, 2024, 24(1): 243.
- [21] CHEN S H, YUAN T M, ZHANG J, et al. Remimazolam tosylate in upper gastrointestinal endoscopy: a multicenter, randomized, non-inferiority, phase III trial[J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2021, 36(2): 474-481.
- [22] 崔家田, 杨扬, 邱丽, 等. 不同剂量瑞马唑仑麻醉诱导对瑞芬太尼抑制气管插管反应的半数有效血浆靶浓度的影响[J]. *临床麻醉学杂志*, 2022, 38(12): 1278-1281.
- [23] ZHANG J Z, CHE J L, SUN X H, et al. Effect of intravenous injection of remazolam on stress response and analgesic effect in patients with transurethral resection of the prostate: a single-centre study[J]. *Arch Esp Urol*, 2023, 76(10): 780-786.
- [24] 张璇. 瑞马唑仑在子宫病损电切术麻醉中的应用研究[D]. 太原: 山西医科大学, 2022.
- [25] ZHOU Y, LI H F, LI Y P, et al. Influence of remazolam and propofol on intraoperative neurophysiological monitoring during spinal surgery: a prospective randomized study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2025, 104(37): e43943.
- [26] 徐旷, 陈波. 瑞马唑仑全麻诱导在颅内动脉瘤患者血管介入治疗中的临床研究[J]. *中国临床药理学杂志*, 2025, 41(6): 766-771.

(李科 编辑)

本文引用格式: 张颖, 黄冬梅, 贾彬, 等. 瑞马唑仑维持麻醉对Stanford B型主动脉夹层患者TEVAR术中血流动力学变化及麻醉相关不良反应的影响[J]. *中国现代医学杂志*, 2026, 36(12): 65-74.

Cite this article as: ZHANG Y, HUANG D M, JIA B, et al. Effects of maintenance anesthesia with remimazolam on hemodynamic changes and anesthesia-related adverse reactions during TEVAR in patients with Stanford type B aortic dissection[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2026, 36(12): 65-74.