

苯磺酸瑞马唑仑对全身麻醉患者的镇静效果及脑血流的影响

邱士超^{1,2*}, 赵舒², 赵明强^{3#}

¹青岛大学青岛医学院, 山东 青岛

²枣庄市立医院麻醉科, 山东 枣庄

³康复大学青岛中心医院麻醉科, 山东 青岛

收稿日期: 2026年6月7日; 录用日期: 2026年7月1日; 发布日期: 2026年7月8日

摘要

目的: 探讨苯磺酸瑞马唑仑对全身麻醉患者的镇静效果及脑血流的影响。方法: 回顾性选取2022年1月~2024年1月于枣庄市立医院行全身麻醉的126例患者, 根据麻醉诱导方案分为P组($n = 65$)和RB组($n = 61$)。P组给予丙泊酚($1.5 \sim 2.0 \text{ mg/kg}$)诱导麻醉, RB组给予苯磺酸瑞马唑仑(0.3 mg/kg)诱导麻醉。收集并分析两组意识丧失时间(LOC)、停药清醒时间、各时间节点[术前(T0)、诱导后(T1)、意识消失1 min (T2)、意识消失2 min (T3)、插管前(T4)]脑电双频指数(BIS)、状态指数(PSI)、频谱边缘频率(SEF)、平均动脉压(MAP)、心率(HR)、心脏指数(CI)、左侧大脑中动脉平均血流速度(Vm)、阻力指数(RI)和局部脑氧饱和度(rScO₂), 统计不良反应发生情况。结果: RB组LOC、停药清醒时间、不良反应发生率均低于P组(均 $P < 0.05$)。RB组PSI、SEF、Vm、RI、rScO₂在T1~T3节点均高于P组(均 $P < 0.05$); RB组BIS在T2~T3节点均高于P组(均 $P < 0.05$); RB组MAP、HR、CI在T1~T4节点均高于P组(均 $P < 0.05$)。结论: 苯磺酸瑞马唑仑(0.3 mg/kg 诱导, $1.0 \sim 2.0 \text{ mg/kg/h}$ 维持)用于全身麻醉患者, 可获得较丙泊酚更快的意识丧失与苏醒恢复、更稳定的血流动力学及脑血流参数, 且不良反应发生率较低。

关键词

苯磺酸瑞马唑仑, 丙泊酚, 全身麻醉, 脑血流动力学

Sedative Effect and Cerebral Blood Flow Impact of Remimazolam Benzenesulfonate on Patients Undergoing General Anesthesia

Shichao Qiu^{1,2*}, Shu Zhao², Mingqiang Zhao^{3#}

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 邱士超, 赵舒, 赵明强. 苯磺酸瑞马唑仑对全身麻醉患者的镇静效果及脑血流的影响[J]. 临床医学进展, 2026, 16(7): 562-570. DOI: 10.12677/acm.2026.1672561

¹Qingdao Medical College, Qingdao University, Qingdao Shandong²Department of Anesthesiology, Zaozhuang Municipal Hospital, Zaozhuang Shandong³Department of Anesthesiology, Qingdao Central Hospital, University of Health and Rehabilitation Sciences, Qingdao Shandong

Received: June 7, 2026; accepted: July 1, 2026; published: July 8, 2026

Abstract

Objective: To explore sedative effect and cerebral blood flow impact of remimazolam benzenesulfonate on patients undergoing general anesthesia. **Methods:** Retrospectively 126 patients who underwent general anesthesia in Zaozhuang Municipal Hospital from January 2022 to January 2024 were selected for the study and were divided into P group ($n = 65$) and RB group ($n = 61$) according to anesthesia induction protocol. P group was induced with propofol (1.5~2.0 mg/kg) for anesthesia, and RB group was induced with remimazolam benzenesulfonate (0.3 mg/kg) for anesthesia. The time of loss of consciousness (LOC) and time of wakefulness after drug withdrawal in the two groups were compared. Bifrequency index (BIS), patient state index (PSI), spectral edge frequency (SEF), mean arterial pressure (MAP), heart rate (HR), cardiac index (CI), mean blood flow velocity of left middle cerebral artery (Vm), and regional cerebral Saturation oxygenation (rScO₂) were collected and analyzed in the two groups at each time node [preoperative (T0), postinduction (T1), loss of consciousness for 1 min (T2), loss of consciousness for 2 min (T3), and before intubation (T4)]. The occurrence of adverse reactions was recorded and counted in both groups. **Results:** LOC, recovery time and incidence of adverse reactions in RB group were lower than those in P group (all $P < 0.05$). PSI, SEF, Vm, RI and rScO₂ in RB group were higher than those in P group at T1~T3 (all $P < 0.05$). BIS in RB group was higher than that in P group at T2~T3 (all $P < 0.05$). MAP, HR and CI in RB group were higher than those in P group at T1~T4 nodes (all $P < 0.05$). **Conclusion:** Remimazolam benzenesulfonate provides better sedation with more stable cerebral hemodynamics in patients under general anesthesia and has a high safety profile.

Keywords

Remimazolam Benzenesulfonate, Propofol, General Anesthesia, Cerebral Hemodynamics

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Open Access

1. 引言

全身麻醉是通过呼吸道、静脉等多种途径进入机体并可逆性抑制中枢神经系统,避免患者术中疼痛,提高手术安全性与成功率,在不同类型的临床手术中广泛应用[1]。全身麻醉主要使用镇静、镇痛和肌肉松弛药物,而镇静药物是决定麻醉深度的重要因素,麻醉深度较深或较浅均可能引起严重并发症,增加手术风险[2]。而目前临床的常规镇静药物抑制神经系统的同时还易影响患者血流动力学及心脑血管变化,损伤心脑血管功能,可能引发神经功能障碍,导致医源性损伤与预后不良[3]。因此,选择合适的麻醉镇静用药,保护患者脑功能,是目前麻醉临床研究的热点之一。苯磺酸瑞马唑仑是较新的具有快速起效和超短时效特点的苯二氮卓类药物,其通过与 γ -氨基丁酸受体特异性结合,快速抑制神经传递,从而达到镇静效果[4]。既往研究也表明其与传统苯二氮卓类药物比较,麻醉诱导不良反应较少,安全性较高[5]。但目

前关于苯磺酸瑞马唑仑在全身麻醉中的镇静效果及脑血流方面的研究较少。基于此，本研究旨在探索苯磺酸瑞马唑仑对全身麻醉患者的镇静效果与脑血流的影响，为临床上全身麻醉诱导应用苯磺酸瑞马唑仑提供一定的临床依据。

2. 资料和方法

2.1. 研究对象

回顾性选取 2022 年 1 月~2024 年 1 月于本院行全身麻醉的 126 例患者，根据其所接受麻醉诱导方案分为 P 组($n=65$)和 RB 组($n=61$)，两组均行腹腔镜腹股沟疝修补术，术中均未出现大出血、脏器损伤等不良事件，临床基础资料具有可比性($P>0.05$)。见表 1。

Table 1. Clinical basic data [$(\bar{x} \pm s)$, n (%)]

表 1. 临床基础资料[($\bar{x} \pm s$), n (%)]

资料	P 组($n=65$)	RB 组($n=61$)	χ^2/t	P
年龄(岁)	45.53 $\pm$ 11.96	47.04 $\pm$ 9.63	0.777*	0.438
性别(例)			0.021	0.885
男	36 (55.38)	33 (54.10)		
女	29 (44.62)	28 (45.90)		
BMI ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	24.16 $\pm$ 1.34	24.29 $\pm$ 1.53	0.508*	0.612
ASA 分级(例)			0.670	0.413
I	46 (70.77)	39 (63.93)		
II	19 (29.23)	22 (36.07)		
麻醉时间(min)	112.58 $\pm$ 12.76	114.13 $\pm$ 13.05	0.674*	0.502
手术时间(min)	101.92 $\pm$ 8.57	103.05 $\pm$ 9.84	0.689*	0.492

注：*表示 t 值。

2.2. 纳入标准及排除标准

纳入标准：① 行全身麻醉；② 美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级为 I 和 II 级；③ 年龄 ≥ 18 岁；④ 临床资料齐全。排除标准：① 合并糖尿病或甲状腺功能障碍疾病者；② 合并严重心、肺、肝、肾、脑功能障碍或恶性肿瘤疾病者；③ 合并凝血功能、免疫功能障碍疾病者；④ 合并严重精神疾病者；⑤ 妊娠期孕妇；⑥ 对本试验麻醉药品有过敏史者。

2.3. 方法

两组均由同组具有 5 年以上工作经验麻醉科医师完成麻醉诱导。两组患者均行禁食、禁水、建立静脉通道等常规流程，P 组于 30 s 内给予 1.5~2.0 mg/kg 丙泊酚(四川国瑞药业有限责任公司，国药准字 H20030115)麻醉诱导；RB 组于 30 s 内给予 0.3 mg/kg 苯磺酸瑞马唑仑(宜昌人福药业有限责任公司，国药准字为 H20200006)麻醉诱导。之后两组均于 10 s 内给予 0.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 舒芬太尼(宜昌人福药业有限责任公司，国药准字 H20237165)与 0.8 mg/kg 罗库溴铵(广东嘉博制药有限公司，国药准字 H20173238)，意

识丧失 5 min 后插入气管, 连接麻醉机行机械通气, 潮气量 8~10 mL/kg, 呼吸频率 12~16 次/min, 吸呼比 1:2。麻醉维持: P 组静脉泵注丙泊酚(药品同上) (4~6 mg/kg/h) + 瑞芬太尼(宜昌人福药业有限责任公司, 国药准字 H20030197) (0.1~0.2 $\mu\text{g/kg/min}$)维持麻醉; RB 组静脉泵注苯磺酸瑞马唑仑(药品同上) (1~2 mg/kg/h)联合瑞芬太尼(药品同上) (0.1~0.2 $\mu\text{g/kg/min}$)维持麻醉。麻醉诱导及维持过程中, 根据 BIS 值(目标 40~60)及血流动力学变化调整输注速率, 并调整诱导用药方案、追加剂量等。

2.4. 观察指标

2.4.1. LOC 和停药清醒时间

记录患者 LOC 和停药清醒时间。

意识丧失时间(LOC): 定义为从麻醉诱导开始至患者警觉/镇静(Observer's Assessment of Alertness/Sedation, OAA/S)评分为 1 分的时间。OAA/S 评分标准: 1 分 = 对轻拍眉间或重复呼唤无反应; 2 分 = 仅对轻拍眉间或重复呼唤有反应; 3 分 = 仅对大声呼唤名字有反应; 4 分 = 对正常语调呼唤名字反应迟钝; 5 分 = 清醒。由一名不参与麻醉管理的研究者每 15 秒评估一次, 直至 OAA/S 评分 ≤ 1 分。评估者不知晓分组情况。停药清醒时间: 定义为停止输注所有麻醉药物(包括诱导和维持药物, 不使用任何拮抗剂)至患者能够连续两次正确回答以下两个问题的时间: “您叫什么名字?” 和 “您今年多大?”。首次测试在停止输注后每 1 分钟进行一次, 由不参与麻醉管理的同一研究者完成。

2.4.2. 麻醉相关指标

所有仪器均有同组具有 5 年以上工作经验麻醉科医师完成监测。使用脑电监测仪(麦斯莫医疗 型号 Sedline)检测术前(T0)、诱导后(T1)、意识消失 1 min (T2)、意识消失 2min (T3)、插管前(T4)时间节点的状态指数(Patient State Index, PSI)和频谱边缘频率(Spectral Edge Frequency, SEF)。使用心电监护仪(深圳迈瑞 型号 BeneVision M15) [包含脑电双频指数(Bispectral Index, BIS)模块、心电图模块和心排量监测模块]监测各时间节点 BIS、平均动脉压(Mean Arterial Pressure, MAP)、心率(Heart Rate, HR)和心脏指数(Cardiac Index, CI)。使用经颅多普勒超声(南京科进 EXP-9D)监测各时间节点的左侧大脑中动脉平均血流速度(Vm)和阻力指数(Resistance Index, RI)。使用脑氧监测仪(武汉博联众科 MOC400)监测各时间节点的局部脑氧饱和度(regional cerebral Saturation oxygenation, rScO₂)。经颅多普勒(TCD)操作标准: 由同一名经过 TCD 培训的技术人员操作。使用 2 MHz 探头经颞窗检测左侧大脑中动脉, 深度 45~55 mm, 血流方向朝向探头。记录平均血流速度(Vm)和阻力指数(RI)。要求信号清晰, 频谱完整, 同一患者各时间点探测深度固定。局部脑氧饱和度(rScO₂)操作标准: 使用近红外光谱仪(武汉博联众科 MOC400), 将电极片对称置于前额眉上 2 cm 处, 避开额窦。记录左右两侧平均值, 取双侧均值纳入分析。若数据波动 > 10%或出现运动伪迹, 则重复测量一次。

2.4.3. 不良反应

记录两组患者麻醉诱导期间及术后发生的不良反应, 包括谵妄、高血压、低血压、低氧血症、心动过速、心动过缓等。低血压: 收缩压 < 90 mmHg 或较基础值下降 > 30%。高血压: 收缩压 > 160 mmHg 或较基础值上升 > 30%。心动过缓: 心率 < 50 次/分。心动过速: 心率 > 100 次/分。低氧血症: 脉搏血氧饱和度 < 90%。

谵妄: 苏醒期 Richmond 躁动 - 镇静评分(RASS) > +2, 或需药物干预的躁动。

2.5. 统计学方法

数据纳入 SPSS-26 软件分析, 计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示, 采用 t 检验。计数资料以[n(%)]表示, 采用 χ^2

检验。 $P < 0.05$ 表示差异显著。

3. 结果

3.1. LOC 和停药清醒时间

RB 组 LOC 和停药清醒时间均低于 P 组(均 $P < 0.05$)。见表 2。

Table 2. LOC and time to awakening after drug discontinuation in the two groups ($\bar{x} \pm s$)

表 2. 两组 LOC 和停药清醒时间($\bar{x} \pm s$)

组别	LOC (s)	停药清醒时间(s)
P 组($n = 65$)	74.08 ± 14.17	534.24 ± 113.52
RB 组($n = 61$)	51.63 ± 10.82	471.76 ± 109.83
t	9.947	3.136
P	<0.001	0.002

3.2. 各时间节点 BIS、PSI 和 SEF

RB 组 BIS 在 T2、T3 节点均高于 P 组(均 $P < 0.05$)；RB 组 PSI、SEF 在 T1~T3 节点均高于 P 组(均 $P < 0.05$)；两组 BIS 在 T0、T1、T4 节点和 PSI、SEF 在 T0、T4 节点无明显差异(均 $P > 0.05$)。见表 3。

Table 3. BIS, PSI, and SEF at each time point in the two groups ($\bar{x} \pm s$)

表 3. 两组各时间节点 BIS、PSI 和 SEF ($\bar{x} \pm s$)

指标	时间	P 组($n = 65$)	RB 组($n = 61$)	t	P
BIS	T0	91.33 ± 2.41	91.58 ± 2.49	0.573	0.568
	T1	$56.85 \pm 5.94^*$	$55.37 \pm 6.25^*$	1.363	0.175
	T2	$49.46 \pm 5.89^*$	$52.67 \pm 4.72^*$	3.362	0.001
	T3	$47.63 \pm 5.66^*$	$50.46 \pm 4.35^*$	3.132	0.002
	T4	$47.31 \pm 5.59^*$	$48.81 \pm 4.38^*$	1.669	0.098
PSI	T0	91.33 ± 3.41	91.74 ± 4.23	0.601	0.549
	T1	$39.81 \pm 2.65^*$	$41.15 \pm 2.91^*$	2.705	0.008
	T2	$37.65 \pm 3.26^*$	$40.84 \pm 2.77^*$	5.900	<0.001
	T3	$37.26 \pm 2.53^*$	$39.27 \pm 2.38^*$	4.586	<0.001
	T4	$37.24 \pm 2.41^*$	$37.56 \pm 3.19^*$	0.638	0.525
SEF(Hz)	T0	22.51 ± 1.37	22.79 ± 1.45	0.716	0.475
	T1	$11.64 \pm 2.26^*$	$12.32 \pm 2.29^*$	1.677	0.096
	T2	$9.89 \pm 1.97^*$	$11.32 \pm 2.75^*$	3.371	0.001
	T3	$8.71 \pm 1.61^*$	$10.06 \pm 2.54^*$	3.586	<0.001
	T4	$8.61 \pm 1.53^*$	$8.73 \pm 2.49^*$	0.328	0.743

注：*表示与 T0 比较， $P < 0.05$ 。

3.3. 各时间节点 MAP、HR、CI、Vm、RI 和 rScO₂

RB 组 MAP、HR、CI 在 T1~T4 节点均高于 P 组(均 $P < 0.05$); RB 组 Vm、RI 和 rScO₂ 在 T1~T3 节点均高于 P 组(均 $P < 0.05$); 两组 MAP、HR、CI、在 T0 节点和 Vm、RI 和 rScO₂ 在 T0、T4 节点均无明显差异(均 $P > 0.05$)。见表 4。

Table 4. MAP, HR, CI, Vm, RI, and rScO₂ at each time point in the two groups ($\bar{x} \pm s$)

表 4. 两组各时间节点 MAP、HR、CI、Vm、RI 和 rScO₂ ($\bar{x} \pm s$)

指标	时间	P 组($n = 65$)	RB 组($n = 61$)	t	P
MAP (mmHg)	T0	110.46 $\pm$ 11.83	112.59 $\pm$ 12.28	0.992	0.323
	T1	86.38 $\pm$ 9.47	90.72 $\pm$ 10.15	2.483	0.014
	T2	85.13 $\pm$ 8.96	89.69 $\pm$ 9.82	2.725	0.007
	T3	83.72 $\pm$ 8.65	88.49 $\pm$ 9.61	2.932	0.004
	T4	81.52 $\pm$ 9.15	86.63 $\pm$ 9.32	3.105	0.002
HR (次/min)	T0	66.64 $\pm$ 7.29	68.73 $\pm$ 8.52	1.482	0.141
	T1	56.48 $\pm$ 6.22	62.72 $\pm$ 6.98	5.305	<0.001
	T2	54.85 $\pm$ 6.57	61.26 $\pm$ 7.05	5.283	<0.001
	T3	53.17 $\pm$ 6.67	60.51 $\pm$ 6.28	6.350	<0.001
	T4	51.84 $\pm$ 6.34	60.16 $\pm$ 6.52	7.261	<0.001
CI [L/(min·m ²)]	T0	3.57 $\pm$ 0.34	3.51 $\pm$ 0.42	0.884	0.378
	T1	2.93 $\pm$ 0.42	3.11 $\pm$ 0.35	2.604	0.010
	T2	2.84 $\pm$ 0.38	3.02 $\pm$ 0.26	3.083	0.003
	T3	2.76 $\pm$ 0.37	2.94 $\pm$ 0.29	3.026	0.003
	T4	2.65 $\pm$ 0.26	2.86 $\pm$ 0.28	4.365	<0.001
Vm (cm/s)	T0	64.92 $\pm$ 6.39	65.36 $\pm$ 6.97	0.370	0.712
	T1	50.52 $\pm$ 5.24*	53.31 $\pm$ 5.65*	2.876	0.005
	T2	47.13 $\pm$ 5.37*	51.46 $\pm$ 5.58*	4.438	<0.001
	T3	46.37 $\pm$ 6.41*	49.88 $\pm$ 5.69*	3.243	0.002
	T4	46.11 $\pm$ 6.21*	47.23 $\pm$ 5.48*	1.071	0.286
RI	T0	0.64 $\pm$ 0.09	0.63 $\pm$ 0.08	0.658	0.512
	T1	0.54 $\pm$ 0.08*	0.57 $\pm$ 0.07*	2.234	0.027
	T2	0.52 $\pm$ 0.10*	0.56 $\pm$ 0.08*	2.469	0.015
	T3	0.51 $\pm$ 0.08*	0.55 $\pm$ 0.09*	2.640	0.009
	T4	0.51 $\pm$ 0.06*	0.53 $\pm$ 0.06*	1.870	0.064

续表

rScO ₂ (%)	T0	77.09 ± 6.33	76.54 ± 7.28	0.453	0.651
	T1	70.46 ± 7.23*	73.72 ± 6.14*	2.719	0.007
	T2	68.39 ± 6.53*	72.61 ± 5.28*	3.973	<0.001
	T3	67.55 ± 6.31*	70.64 ± 5.68*	2.883	0.005
	T4	67.37 ± 6.62*	68.74 ± 5.15*	1.291	0.199

注：*表示与 T0 比较， $P < 0.05$ 。

3.4. 不良反应情况

RB 组不良反应发生率(8.20%)低于 P 组(21.54%) ($P < 0.05$)。见表 5。

Table 5. Adverse reactions in the two groups [n (%)]

表 5. 两组不良反应[n (%)]

组别	谵妄	高血压	低血压	低氧血症	心动过速	心动过缓	不良反应率
P 组($n = 65$)	1 (1.54)	3 (4.62)	3 (4.62)	1 (1.54)	2 (3.08)	4 (6.15)	14 (21.54)
RB 组($n = 61$)	0 (0.00)	2 (3.28)	1 (1.64)	0 (0.00)	1 (1.64)	1 (1.64)	5 (8.20)
χ^2							4.374
P							0.036

4. 讨论

全身麻醉通过镇静、镇痛和肌松药物使患者意识与全身疼痛感觉暂时消失，为各类手术提供有利条件，并减轻患者生理与心理负担，是临床上重要的手术辅助手段和手术成功的保障因素[6]。其分为麻醉诱导期、维持期和苏醒期，其中诱导期镇静药物使患者由清醒状态转为无意识状态，不同的镇静药物麻醉深度、起效速度、代谢半衰期等均有差异，其选择直接影响不良反应发生和手术成功，具有重要的临床意义[7]。咪达唑仑、丙泊酚、依托咪酯、右美托咪定等是现阶段临床常用的全身麻醉镇静药物，但咪达唑仑可能引起呼吸抑制，延长清醒恢复时间；丙泊酚可能引起心肺抑制和注射痛；依托咪酯可能引起肌阵挛、恶心呕吐和注射痛；右美托咪定可能引起低血压、心动过缓等不良反应；并且以上药物还可能直接或间接影响脑血流，进一步影响其麻醉效果与应用价值[8]。因此，临床上仍需要寻找一种起效速度快、镇静效果好、毒副作用小的镇静药物。苯磺酸瑞马唑仑是瑞马唑仑的苯磺酸盐类化合物，其化学稳定性较好，溶解度较高，半衰期较短，对心血管影响较小，且既往研究表明其在多种类型手术中具有较好的镇静效果，可能是目前临床上较为理想的镇静药物[9] [10]。并且国内研究对其多在药代动力学与剂量方面，在镇静效果与脑血流方面的研究较少[11]。鉴于此，本研究选择苯磺酸瑞马唑仑为研究主体，探讨其在全身麻醉的镇静效果与脑血流影响。

本研究结果显示，RB 组 LOC 与停药清醒时间均短于 P 组，提示苯磺酸瑞马唑仑较丙泊酚具有更优的药代动力学特性。推测可能的原因包括：苯磺酸瑞马唑仑与咪达唑仑化学结构类似，对 γ -氨基丁酸受体 A 亲和性高、选择特异性强，起效迅速；同时，其具有类似瑞芬太尼的代谢特点，可被羧酸酯酶快速水解为无活性代谢物(对 γ -氨基丁酸受体亲和性降低 300~400 倍)，从而快速恢复意识[12]。既往研究也证

实苯磺酸瑞马唑仑半衰期短于丙泊酚,进一步支持其起效快、失效快的特点[13][14]。值得注意的是,本研究中两组麻醉维持药物不同(P组用丙泊酚, RB组用苯磺酸瑞马唑仑),停药清醒时间的差异反映了两种药物在全程麻醉中的恢复特性,与临床应用场景一致。

在镇静深度方面,两组诱导后 BIS、PSI 和 SEF 均较术前显著降低。但 RB 组 PSI 和 SEF 在 T1~T3 节点均高于 P 组, RB 组 BIS 在 T2~T3 节点均高于 P 组。这一结果需要客观解读: BIS 值越高代表镇静深度越浅。因此,在达到相同临床终点(OAA/S 评分 1 分)的前提下,苯磺酸瑞马唑仑诱导所产生的脑电抑制程度浅于丙泊酚。这一特性具有双重临床意义:从有利方面看,较浅的镇静深度可能意味着更少的循环抑制(本研究 RB 组 MAP、HR、CI 在 T1~T4 均显著高于 P 组,为此提供了佐证),对于血流动力学不稳定的患者(如老年、休克、心功能不全者)可能更具安全性;从潜在风险看, BIS 值长期处于相对较高水平,理论上可能增加术中知晓的风险。本研究中 RB 组未报告术中知晓案例,可能与样本量较小或维持期联合使用了瑞芬太尼有关。此外,本研究还发现 BIS 与 PSI、SEF 的变化趋势不完全一致,提示 BIS 与苯磺酸瑞马唑仑的相关性可能较差。推测可能的原因是: PSI 和 SEF 是较新的镇静指标,研究表明 SEF 与瞳孔直径和镇静水平强相关,较传统 BIS 更能反映真实意识水平; BIS 与丙泊酚呈线性相关,但与苯二氮卓类药物的相关性仍有争议[15]。在血流动力学和脑血流方面,两组 MAP、HR、CI、Vm、RI 和 rScO₂ 变化趋势相同,但 RB 组变化更为稳定,且两组 Vm、RI 和 rScO₂ 在 T4 节点无明显差异。提示苯磺酸瑞马唑仑对血流动力学和脑血流的影响较小且更稳定,与既往研究结论一致[16]。推测可能的原因:苯磺酸瑞马唑仑起效快、代谢快,被非特异性组织酯酶迅速分解为无药理活性代谢物 CNS7054,机体内留存时间短,对循环系统影响较小;同时,苯磺酸瑞马唑仑可能通过抑制 NLRP3 减少神经焦亡,从而降低对脑血流的影响[17]。

在安全性方面, RB 组不良反应总发生率(8.20%)显著低于 P 组(21.54%),提示苯磺酸瑞马唑仑安全性较高。推测其原因:苯磺酸瑞马唑仑代谢产物通过肾脏非依赖性代谢排出,不在机体内蓄积,对肝肾、呼吸和循环系统损伤小;其通过抑制神经元焦亡减轻脑组织损伤,并抑制炎症反应水平,减少脑灌注损伤,进一步降低不良反应发生[18][19]。既往研究也表明,苯磺酸瑞马唑仑相比丙泊酚不仅不良反应更少,还可避免注射痛、体动等不良事件,具有明显优势[20][21]。

本研究存在以下主要局限性,需要在结果解读时予以充分考虑:剂量方案单一。仅采用固定诱导剂量和维持速率,未探索剂量依赖性,结论不宜外推。镇静监测指标存在争议。BIS 与苯二氮卓类药物相关性较差,单凭 BIS 判断镇静深度可能有偏倚。样本量较小且为单中心回顾性设计。可能存在选择偏倚,不良反应例数较少。脑血流指标为间接测量。经颅多普勒和近红外光谱无法反映微循环或区域性脑灌注异质性。

综上所述,苯磺酸瑞马唑仑用于全身麻醉患者具有起效快、苏醒快、血流动力学和脑血流更稳定、不良反应更少的优势。但需注意其诱导期脑电抑制程度(BIS 值)浅于丙泊酚,临床使用时应加强镇静深度监测,警惕潜在术中知晓风险。本研究的局限性(包括剂量单一、BIS 相关性争议、样本量较小、单中心回顾性设计、脑血流指标间接性等),未来需通过多中心、大样本、等效镇静深度对照研究进一步验证。

声 明

本研究获得枣庄市立医院伦理委员会准许(伦理委员审批号: zzslyykyll20241101017)。

参考文献

- [1] Fang, Y.B., Wang, C.Y., Gao, Y.Q., et al. (2023) The Safety and Efficacy of Remimazolam Tosylate for Induction and Maintenance of General Anesthesia in Pediatric Patients Undergoing Elective Surgery: Study Protocol for a Multicenter, Randomized, Single-Blind, Positive-Controlled Clinical Trial. *Frontiers in Pharmacology*, **14**, Article 1090608.

- <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1090608>
- [2] Kim, J., Lee, S., Park, B., Sim, W.S., Ahn, H.J., Park, M., *et al.* (2024) Effect of Remimazolam versus Propofol Anesthesia on Postoperative Delirium in Neurovascular Surgery: Study Protocol for a Randomized Controlled, Non-Inferiority Trial. *Perioperative Medicine*, **13**, Article No. 56. <https://doi.org/10.1186/s13741-024-00415-6>
- [3] 谭希, 董朝轩. 全身麻醉对术中脑血流影响的研究进展[J]. 医学研究与战创伤救治, 2023, 36(6): 632-637.
- [4] Zhang, H., Li, H., Zhao, S. and Bao, F. (2024) Remimazolam in General Anesthesia: A Comprehensive Review of Its Applications and Clinical Efficacy. *Drug Design, Development and Therapy*, **18**, 3487-3498. <https://doi.org/10.2147/dddt.s474854>
- [5] Kim, S.H., Cho, J.Y., Kim, M., *et al.* (2023) Safety and Efficacy of Remimazolam Compared with Midazolam during Bronchoscopy: A Single-Center, Randomized Controlled Study. *Scientific Reports*, **13**, Article No. 20498. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47271-w>
- [6] 李军利, 刘楠楠, 卢小迎. 右美托咪定辅助全身麻醉对老年无痛肠镜检查患者血流动力学及认知功能的影响[J]. 中国药房, 2024, 35(9): 1129-1132.
- [7] 回宇峰, 谭思琪, 孙莹杰. 环泊酚联合阿芬太尼用于支气管镜检查术患者的临床研究[J]. 中国临床药理学杂志, 2024, 40(19): 2806-2810.
- [8] Hu, Q., Liu, X., Wen, C., Li, D. and Lei, X. (2022) Remimazolam: An Updated Review of a New Sedative and Anaesthetic. *Drug Design, Development and Therapy*, **16**, 3957-3974. <https://doi.org/10.2147/dddt.s384155>
- [9] Sneyd, J.R. and Rigby-Jones, A.E. (2020) Remimazolam for Anaesthesia or Sedation. *Current Opinion in Anaesthesiology*, **33**, 506-511. <https://doi.org/10.1097/aco.0000000000000877>
- [10] 杨成迪, 徐海龙, 李健, 等. 瑞马唑仑与丙泊酚全麻诱导对颈动脉内膜剥脱术老年患者脑氧饱和度及脑血流的影响[J]. 沈阳药科大学学报, 2022, 39(12): 1515-1520.
- [11] Chae, D., Kim, H., Song, Y., Choi, Y.S. and Han, D.W. (2022) Pharmacodynamic Analysis of Intravenous Bolus Remimazolam for Loss of Consciousness in Patients Undergoing General Anaesthesia: A Randomised, Prospective, Double-Blind Study. *British Journal of Anaesthesia*, **129**, 49-57. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2022.02.040>
- [12] 贾涛, 刘辉, 滕金亮. 瑞马唑仑的药理特点、安全性及联合用药研究进展[J]. 中国药房, 2023, 34(8): 1020-1024.
- [13] Fang, P.P., Hu, J., Wei, Q.F., *et al.* (2025) Effect of Remimazolam Besylate vs Propofol on Incidence of Postoperative Delirium in Older Patients Undergoing Hip Surgery: A Randomized Noninferiority Trial. *International Journal of Surgery*, **111**, 1469-1472. <https://doi.org/10.1097/js9.0000000000001908>
- [14] Pereira, E.M., Moraes, V.R., Gaya da Costa, M., Nascimento, T.S.D., Slawka, E., Júnior, C.G., *et al.* (2024) Remimazolam vs. Propofol for General Anaesthesia in Elderly Patients: A Meta-Analysis with Trial Sequential Analysis. *European Journal of Anaesthesiology*, **41**, 738-748. <https://doi.org/10.1097/eja.0000000000002042>
- [15] 王自豪, 高烜鹏, 张忠华, 等. Sedline 监测下肺结节患者瑞马唑仑改良诱导方案对插管的影响[J]. 中国防痨杂志, 2024, 46(S1): 100-102.
- [16] 董力, 周枫. 甲苯磺酸瑞马唑仑联合瑞芬太尼麻醉对老年脊柱外科手术患者血流动力学和血清炎症因子水平的影响[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2023, 28(12): 1372-1377.
- [17] 耿长振, 王利, 叶兰. 瑞马唑仑调节 NLRP3/caspase-1/GSDMD 信号通路对 LPS 诱导的神经元焦亡的影响[J]. 检验医学与临床, 2024, 21(16): 2436-2441.
- [18] 郑德利, 王巨增, 陈欢, 等. 不同剂量瑞马唑仑用于颅内动脉瘤血管介入术麻醉的临床研究[J]. 中国临床药理学杂志, 2024, 40(13): 1860-1864.
- [19] Zhou, L., Shi, H., Xiao, M., Liu, W., Wang, L., Zhou, S., *et al.* (2025) Remimazolam Attenuates Lipopolysaccharide-Induced Neuroinflammation and Cognitive Dysfunction. *Behavioural Brain Research*, **476**, Article 115268. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2024.115268>
- [20] 张思童, 王妮, 肖昭扬. 瑞马唑仑在全身麻醉中的应用进展[J]. 临床麻醉学杂志, 2024, 40(7): 751-756.
- [21] 徐辉, 张晓伟, 张鹏, 等. 全身麻醉手术患者麻醉诱导与维持期应用苯磺酸瑞马唑仑的有效性 & 安全性观察[J]. 山东医药, 2024, 64(32): 81-84.